


CHARGING SYSTEM FOR MOVING ROBOT, METHOD FOR SEARCHING FOR CHARGING STATION, MOVING ROBOT, CONNECTOR, AND ELECTRIC CONNECTION STRUCTURE

Patent number: JP2001125641
Publication date: 2001-05-11
Inventor: OSAWA HIROSHI; HOSONUMA NAOYASU
Applicant: SONY CORP
Classification:
 - international: G05D1/02; B25J5/00; B25J13/08
 - european:
Application number: JP19990308224 19991029
Priority number(s):

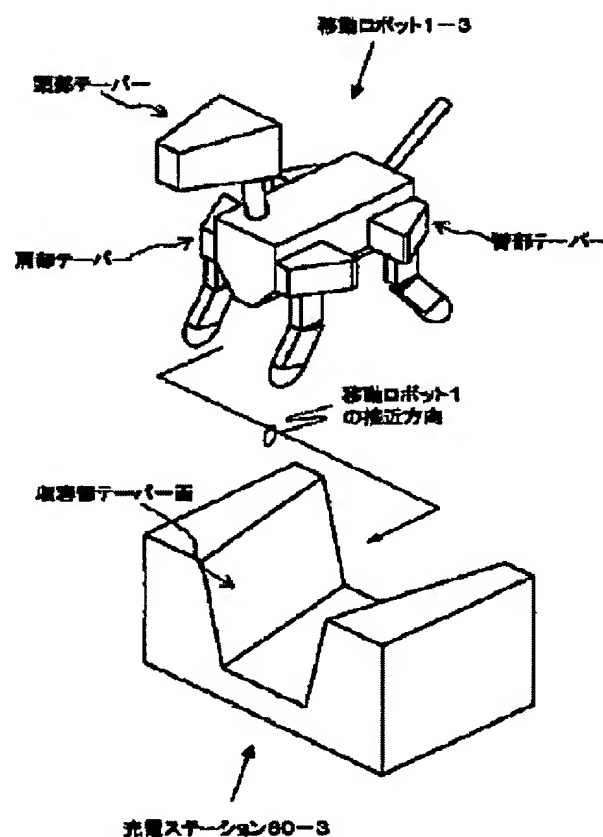
Also published as:

 US6764373 (B)

Abstract of JP2001125641

PROBLEM TO BE SOLVED: To charge a moving robot, which is driven by a battery and freely moves in a work space without specifying its path, at a charging station.

SOLUTION: This system is provided with visual identification data which are arranged at a specific position of a charging station, an image pickup means which is mounted on a moving robot, an arithmetic means which calculates the distance and direction from the moving robot to the charging station according to a picked-up image, and a search means which makes the moving robot search for the charging station according to the calculation result of the arithmetic means. The moving robot is able to search for the charging station by tracing the visual identification data through a camera, so charging operation can be automated.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-125641
(P2001-125641A)

(43)公開日 平成13年5月11日(2001.5.11)

(51)Int.Cl.	願明記号	P I	テーマコード(参考)
G 0 5 D 1/02		G 0 5 D 1/02	J 3 F 0 5 9
			K 3 F 0 6 0
			Z 5 H 3 0 1
B 2 5 J 5/00		B 2 5 J 5/00	C
13/08		13/08	A
審査請求 未請求 請求項の数43 O L (全 27 頁)			

(21)出願番号 特願平11-308224

(22)出願日 平成11年10月29日(1999.10.29)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 大澤 洋

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 細沼 直樹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 100101801

弁理士 山田 英治 (外2名)

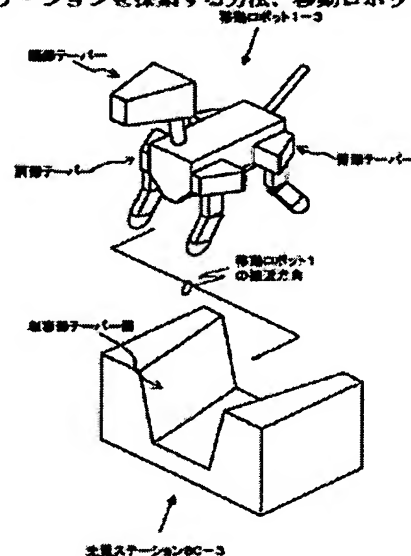
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 移動ロボットのための充電システム、充電ステーションを探索する方法、移動ロボット、コネク

(57)【要約】 タ、及び、電気的接続構造

【課題】 バッテリ駆動により作業空間を無経路で自在に移動する移動ロボットに対して充電ステーションによって充電を行う。

【解決手段】 充電ステーションの所定部位に配設された視認性識別データと、移動ロボットに搭載された撮像手段と、撮像画像を基に移動ロボットから充電ステーションまでの距離・方向を算出する演算手段と、演算手段による算出結果を基に移動ロボットを充電ステーションに向かって探索せしめる探索手段とを具備する。移動ロボットは、視認性識別データをカメラで追跡することで充電ステーションを探索することができるので、充電作業を自動化することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】作業空間上をバッテリーで自律的に移動する移動ロボットと、該移動ロボットを収容してバッテリーの充電オペレーションを実現する充電ステーションとで構成される移動ロボットののための充電システムであって、前記充電ステーションの所定部位に配設された視認性識別データと、

前記移動ロボットに搭載された撮像手段と、前記撮像手段による撮像画像を基に前記移動ロボットから前記充電ステーションまでの距離・方向を算出する演算手段と、

前記演算手段による算出結果を基に前記移動ロボットを前記充電ステーションに向かって探索せしめる探索手段と、を具備することを特徴とする充電システム。

【請求項 2】前記移動ロボットと前記充電ステーション間でデータ交換を実現する通信手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 3】前記の視認性識別データは、前記充電ステーションの表面に貼設された印刷媒体であることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 4】前記の視認性識別データは印刷媒体上に形成され、且つ該印刷媒体は円筒形、四角柱、球などの立体的な物体表面上に複数貼設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 5】前記の視認性識別データは、表示装置に画面出力された表示データであることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 6】前記の視認性識別データは、表示装置に画面出力された表示データであり、作業空間の環境に埋没しない識別データを動的に用いることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 7】前記の視認性識別データは、表示装置に画面出力された表示データであり、移動ロボットから距離に応じて表示データを切り換えることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 8】前記の視認性識別データは色及び／又は模様を組み合わせて構成されるパターンであることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 9】前記の視認性識別データは 2 次元バーコードであることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 10】前記の視認性識別データは前記充電ステーションの高所に配設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 11】前記充電ステーション及び／又は前記移動ロボットは、充電中」、「充電完了（満充電）」、「異常」などの各種のバッテリー状態を表示するインジケータを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 12】前記充電ステーションは、さらに、光、

赤外線、音波、超音波、電波、磁場のうち少なくとも 1 つの信号波を発信する発信手段を備えるとともに、前記移動ロボットは、さらに、前記発信手段からの発信波を受信する受信手段を備え、

前記演算手段は、前記撮像手段による撮像画像及び／又は前記受信手段による受信データを基に前記移動ロボットから前記充電ステーションまでの距離・方向を算出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 13】前記発信手段による発信波は、作業空間において発生する他の信号とは容易に区別・分離できることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 14】前記移動ロボットは胴体部ユニットに対して首振り運動可能な頭部ユニットを備え、

前記撮像手段及び／又は前記受信手段は前記移動ロボットの頭部ユニットに搭載されていることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 15】前記発信手段は光、赤外線、音波、超音波、電波、磁場のうち 2 以上の信号波を発信し、前記受信手段は、前記充電ステーションと前記移動ロボット間の距離に応じて受信信号波を切り換える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 16】前記発信手段は、光をスリット状に出力するとともに、照射方向に応じて発光するスリットのパターンを切り換えることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 17】前記発信手段は出力強度及び周波数成分の異なる 2 以上の信号波を発信することを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 18】前記充電ステーションは、前記充電システム外の機器とデータ交換するための通信手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 19】前記発信手段は、前記充電ステーション外部に配設されることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 20】前記移動ロボットは、イヌなどの四肢による脚式歩行を行うタイプで、胴体部ユニットの腹側に電源コネクタを有し、

前記充電ステーションは、凹み状の収容部と、該収容部底面に配設された電源コネクタを備え、前記収容部は、しゃがみ込んだ状態の前記移動ロボットを支持する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 21】前記充電ステーションは 2 色以上の色からなる色パターンをその壁面に含み、

前記移動ロボットは、前記撮像手段による撮像画像中の各色の配置関係を基に前記充電ステーションを探索する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 22】前記移動ロボットは、イヌなどの四肢による脚式歩行を行うタイプで、胴体部ユニットの臀部に電源コネクタを有し、

前記充電ステーションは、揺り鉢状の窪みをした収容部を持つとともに、該窪みの略中央にお椀形の突起を備え、

前記収容部は、お座りをした状態の前記移動ロボットを支持する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 23】前記移動ロボットは、イヌなどの四肢による脚式歩行を行うタイプで、胴体部ユニットの背部に電源コネクタを有し、

前記充電ステーションは、揺り鉢状で且つ回転体形状の窪みをした収容部を持つとともに、該窪みの略中央にお椀形で且つ回転体形状の突起を備え、

前記収容部は、任意の角度でお座りをした状態の前記移動ロボットを支持する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 24】前記移動ロボットは、頭部ユニット、両肩、若しくは背部の少なくとも 1 つにテーパー形状が構成され、

前記充電ステーションは、前記移動ロボットに形成されたテーパーを受容可能な内表面を有する略 U 字構造を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 25】前記移動ロボットは、頭部ユニット、両肩、若しくは背部の少なくとも 1 つにテーパー形状が構成され、

前記充電ステーションは、前記移動ロボットに形成されたテーパーを受容可能な内表面を有する略 U 字構造体であり、該 U 字構造の最奥部にコネクタを上面に配した舌状突起を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 26】前記移動ロボットは、頭部ユニット、両肩、若しくは背部の少なくとも 1 つにテーパー形状が構成され、

前記充電ステーションは、前記移動ロボットに形成されたテーパーを受容可能な内表面を有する略 U 字構造体であり、該 U 字構造の最奥部にコネクタを上面に配した舌状突起が配設され、該コネクタの各端子は該 U 字の奥行き方向に伸びる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 27】前記移動ロボットは脚式歩行による移動を行うタイプであり、少なくとも 1 つの足底に電極端子が配設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 28】さらに、前記移動ロボットと前記充電ステーションのコネクタ同士が接続し及び／又は切り離されるような境界を発生させる電磁石を 1 以上備えることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 29】前記充電ステーションは、前記移動ロボットと良好な係合位置に位置決めするための駆動機構を具備することを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 30】前記充電ステーションは、前記移動ロボットを受容可能な略 U 字構造をなすとともに、該 U 字の内側に移動ロボットを把持する把持手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 31】前記充電ステーションは、前記移動ロボットを受容可能な略 U 字構造をなすとともに、該 U 字の内側に移動ロボットを把持する把持手段を備え、移動ロボットの把持状態でキャリング・ケースとして使用可能であることを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 32】前記移動ロボットは、イヌなどの四肢による脚式歩行を行うタイプであり、前記充電ステーションは、イヌ小屋形状をなし、該小屋内の壁面に 1 以上のコネクタが配設されている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の充電システム。

【請求項 33】作業空間上をバッテリーで自律的に移動する移動ロボットと、該移動ロボットを受容してバッテリーの充電オペレーションを実現する充電ステーションとで構成される移動ロボットのための充電システムにおいて、充電ステーション外に置かれた発信機が発信する信号波に基づいて充電ステーションを探索する方法であって、

前記移動ロボットを一旦充電ステーションに設置して、前記発信機からの信号波を基に充電ステーションの位置を指示するステップと、

前記作業空間上に任意の位置で前記移動ロボットが前記発信機からの信号波を基に前記充電ステーションまでの距離や方向を算出して探索するステップと、を具備することを特徴とする充電ステーションを探索する方法。

【請求項 34】作業空間上をバッテリーで自律的に移動する移動ロボットと、該移動ロボットを受容してバッテリーの充電オペレーションを実現する充電ステーションとで構成される移動ロボットのための充電システムにおいて、充電ステーション外に置かれた発信機が発信する信号波に基づいて充電ステーションを探索する方法であって、

前記発信機の位置に従って設定される基準点に対する前記充電ステーションの位置情報を予め移動ロボット内のメモリに格納するステップと、

前記作業空間上に任意の位置で前記移動ロボットが前記発信機からの信号波を基に前記基準点に対する自己の位置情報を算出するとともに、前記充電ステーションの前記メモリから読み出し、前記充電ステーションまでの距離や方向を算出して探索するステップと、を具備することを特徴とする充電ステーションを探索する方法。

【請求項 35】作業空間上をバッテリーで自律的に移動する移動ロボットと、該移動ロボットを受容してバッテリーの充電オペレーションを実現する充電ステーションとで構成される移動ロボットのための充電システムにおいて、充電ステーション外に置かれた発信機が発信する信

号波に基づいて充電ステーションを探索する方法であって、前記移動ロボットが、前記発信機の位置に従って設定される基準点に対する自己の位置情報を前記発信機からの信号波を基に算出するステップと、前記充電ステーションが、前記基準点に対する自己の位置情報を前記発信機からの信号波を基に算出するステップと、前記充電ステーションが前記移動ロボットに対して自己の位置情報を連絡するステップと、前記移動ロボットが、各位置情報間の相対的關係に従って前記充電ステーションまでの距離や方向を算出して探索するステップと、を具備することを特徴とする充電ステーションを探索する方法。

【請求項 36】少なくとも胴体部ユニットと2以上の脚部ユニットを含み、前記脚部による歩行を行うタイプの移動ロボットであって、少なくとも1つの脚部ユニットの先端に給電用の電極端子を備えることを特徴とする移動ロボット。

【請求項 37】少なくとも胴体部ユニットと2以上の脚部ユニットを含み、前記脚部による歩行を行うタイプの移動ロボットであって、前記胴体部ユニットの腹面又は背中に給電用の電極端子を備えることを特徴とする移動ロボット。

【請求項 38】少なくとも胴体部ユニットと2以上の脚部ユニットと尻尾を含み、前記脚部による歩行を行うタイプの移動ロボットであって、前記尻尾の先端に給電用の電極端子を備えることを特徴とする移動ロボット。

【請求項 39】略半球状の突起表面に輪切り状に区切られた2以上の接続端子が配設されて構成されることを特徴とするコネクタ。

【請求項 40】前記突起の先端側の輪切り端子に信号線を割り当てるとともに、底側の輪切り端子に電源線を割り当ててことを特徴とする請求項 39に記載のコネクタ。

【請求項 41】コネクタ同士の接触によって通電状態を実現する電気的接続構造であって、一方のコネクタはプローブ形状をなし、他方のコネクタはメッシュ状をなし、前記プローブが前記メッシュの不定位置に挿入されることによって通電状態が実現することを特徴とする電気的接続構造。

【請求項 42】前記のプローブ状のコネクタは、該プローブの長さ方向に複数の端子を割り当てるとともに、前記メッシュ状のコネクタは複数層構造をなすことを特徴とする請求項 41に記載の電気的接続構造。

【請求項 43】コネクタ同士の接触によって通電状態を実現する電気的接続構造であって、コネクタ同士が接触し及び／又は切り離されるような磁界を発生させる電磁石を1以上備えることを特徴とする電気的接続構造。

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ヒトやイヌ、その他の動物が持つ生体メカニズムの全部又は一部を模した構造を有する機械装置すなわちロボットに係り、特に、2足又は4足などによる脚式移動（歩行）やクローラ式移動などにより作業空間を自在（無経路）に移動することができる移動ロボットに関する。

【0002】更に詳しくは、本発明は、充電式バッテリーを用いて外部電源ケーブルによる拘束なしに作業空間を無経路で移動自在な移動ロボット及びその充電メカニズムに係り、特に、自律作業中にバッテリーの残存容量が低下すると充電ステーションに立ち寄って自動的に充電するとともに、充電完了とともに充電ステーションから離れて作業を再開するタイプの移動ロボット及びその充電メカニズムに関する。

【0003】

【従来の技術】ロボットの語源は、スラブ語のROBOT A（奴隷機械）に由来するといわれている。わが国では、ロボットが普及し始めたのは1960年代末からであるが、その多くは、工場における生産作業の自動化・無人化などを目的とした多関節アーム・ロボット（マニピュレータ）や搬送ロボットなどの産業用ロボット（industrial robot）であった。

【0004】最近では、イヌやネコのように4足歩行の動物の身体メカニズムやその動作を模した2足型ロボット、あるいは、ヒトやサルなどの2足直立歩行を行う動物の身体メカニズムや動作を模した「人間形」若しくは「人間型」のロボットなど、脚式移動ロボットやその安定歩行制御に関する研究開発が進展し、実用化への期待も高まってきている。これら脚式移動ロボットは、クローラ式ロボットに比し不安定で姿勢制御や歩行制御が難しくなるが、階段の昇降や障害物の乗り越え等、柔軟な歩行・走行動作を実現できるという点で優れている。

【0005】アーム式ロボットのように、ある特定の場所に植設して用いるような据置きタイプのロボットは、部品の組立・選別作業など固定的・局所的な作業空間でのみ活動する。これに対し、移動式のロボットは、作業空間は非限定的であり、所定の経路上または無経路上を自在に移動して、所定の若しくは任意の作業を代行したり、ヒトやイヌその他の生命体に置き換わる種々のサービスを提供する。

【0006】また、「人間形」若しくは「人間型」と呼ばれる移動ロボット（humanoid Robot）は、人間の住環境下で人間と共存し、産業活動や生産活動等における各種の単純作業や危険作業、雑作業の代行を行うことができる。例えば、原子力発電プラントや火力発電プラント、石油化学プラントにおけるメンテナンス作業、製造工場における部品の搬送・組立作業、高層ビルにおける清掃作業、火災現場その他における救助活動といったように、さまざま場面において活躍の場が見

【発明の詳細な説明】

出されている。人間型ロボットは、2足歩行により障害物を好適に乗り越えたり迂回しながら、所望の現場まで自律的に移動して、指示された作業を忠実に遂行することができる。

【0007】また、イヌやネコなどの愛玩動物を模したエンターテインメント向けの移動ロボット、すなわちペット型ロボットの場合、難作業の代行などの生活支援というよりも、生活密着型、すなわち人間との「共生」という性質が強い。ペット型ロボットは、実際の動物を扱うよりも手軽であるだけでなく、従来の玩具に比し、高機能・高付加価値を有する。

【0008】従来の玩具機械は、ユーザ操作と応答動作との関係が固定的であり、玩具の動作をユーザの好みに合わせて変更することはできない。この結果、ユーザは同じ動作しか繰り返さない玩具をやがては飽きてしまうことになる。これに対し、ペット型ロボットは、動作生成の時系列モデルに従って動作を実行するが、ユーザ操作などの外部からの刺激を検出したことに応答してこの時系列モデルを変更する、すなわち「学習効果」を付与することによって、ユーザにとって飽きない又は好みに適応した動作パターンを提供することができる。

【0009】この種のペット型ロボットは、飼主としてのユーザによる「褒める」、「遊んであげる（可愛がる）」、「撫でる」、あるいは「叱る」、「叩く」などのユーザ入力に対して動的に反応して、「喜ぶ」、「甘える」、「すねる」、「叱る」、「吠える」、「尻尾を振る」などの感情的動作を実行するようにプログラムすることによって、育成シミュレーションを享受することができる。ペット型ロボットは、一般家庭内の部屋などを作業空間として、2足又は4足歩行により、障害物を好適に乗り越えたり迂回しながら、無経路上を自由且つ自動的に自律的に探索する。

【0010】ところで、上述した各種のロボットはいずれも、電気電動式の機械装置であり、装置への給電作業は当然欠かすことができない。

【0011】前述のアーム型ロボットのように特定の場所に固定的に設置するタイプのロボットや、行動半径や動きパターンが限定されたロボットの場合、商用AC電源から電源ケーブルを介して常時給電することができる。

【0012】これに対し、自律的且つ自在に動き回るタイプの移動ロボットの場合、電源ケーブルによって行動半径が制限されてしまうため、商用AC電源による給電は不可能である。この当然の帰結として、移動ロボットには充電式バッテリーによる自律駆動が導入される。バッテリー駆動によれば移動ロボットは、電源コンセントの場所や電源ケーブル長などの物理的な制約を意識せず、人間の住空間や各種の作業空間を自走することができる。

【0013】但し、バッテリー駆動式のロボットはバッテリーの充電作業を伴うことが難点となる。移動ロボットは

自動機器として使用するものであるにも拘らず、充電作業は完全自動化の障壁になる。また、充電のためのバッテリー交換や電源コネクタ接続は、ユーザにとって手間でもある。

【0014】そこで、移動ロボットのためのバッテリー充電を確実且つ完全に自動化する方式として、いわゆる「充電ステーション」が導入されている。充電ステーションとは、その字義通り、移動ロボットのバッテリー充電を行うための専用スペースのことである。

【0015】ロボットは、自走式・自律的な作業を行っている期間中にバッテリーの残存容量が低下したことを検知すると、作業を中断して、自ら（すなわち自動的に）充電ステーションに立ち寄る。充電ステーション内では、ロボットと電源との間で所定の電気接続を果し、バッテリーへの給電を受ける。そして、バッテリーが満充電若しくは所定容量まで回復したら、電源との電気接続を解除するとともに充電ステーションを立ち去って、中断していた作業を再開する。

【0016】例えば、作業空間内に複数の充電ステーションを設置することにより、移動ロボットは、最寄の充電ステーションで給電を受けることができる。すなわち、移動ロボットは、充電ステーション間を跳いで移動することができ、行動半径が実質的に拡張される。また、1つの充電ステーションを複数のロボット間で共有することもでき、充電ステーション数を節約することもできる。また、充電機械の一部を充電ステーションに移管することにより、ロボット本体の要求仕様や重量、コストなどを削減することができる。

【0017】しかしながら、充電ステーションを用いて、作業期間中に自動的に且つ円滑に充電オペレーションを挿入するためには、移動ロボットを充電ステーションに導き入れる（あるいは、移動ロボットは充電ステーションの場所を探索する）とともに、充電ステーションとの間で位置検出・位置決め制御を行い、電源と正確且つ確実に接続しなければならない。

【0018】移動ロボットであっても、予め定義された固定的な経路上しか移動しないロボット（例えば搬送ロボット）の場合、ロボットを充電ステーション内にセットすることは比較的容易であろう。何故ならば、通常の作業経路上に充電ステーションを配設しておけば、ロボットは予め定義された工程の1つとして充電ステーションに立ち寄り、円滑且つ作業の途切れなく充電オペレーションを行うことができる。

【0019】これに対し、人間型ロボットやペット型ロボットのように、自律的な自由歩行が許容されたロボットの場合、その自由度がゆえに充電ステーションにロボットをセットするためには、充電ステーション内におけるロボットの位置検出や位置決めなど、技術的な困難を伴う。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、充電式バッテリーによって自律駆動する移動ロボットのための、優れた充電メカニズムを提供することにある。

【0021】本発明の更なる目的は、バッテリー駆動により作業空間を無経路で自由に移動することができる移動ロボットのための、優れた充電メカニズムを提供することにある。

【0022】本発明の更なる目的は、バッテリー駆動により作業空間を無経路で自在に移動する移動ロボットに対して充電ステーションによって充電を行うための、優れた充電メカニズムを提供することにある。

【0023】本発明の更なる目的は、充電オペレーションのために充電ステーションに立ち寄る移動ロボットを正確且つ確実に電氣接続することができる、優れた充電メカニズムを提供することにある。

【0024】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、上記課題を参照してなされたものであり、その第1の側面は、作業空間上をバッテリーで自律的に移動する移動ロボットと、該移動ロボットを収容してバッテリーの充電オペレーションを実現する充電ステーションとで構成される移動ロボットのための充電システムであって、前記充電ステーションの所定部位に配設された視認性識別データと、前記移動ロボットに搭載された撮像手段と、前記撮像手段による撮像画像を基に前記移動ロボットから前記充電ステーションまでの距離・方向を算出する演算手段と、前記演算手段による算出結果を基に前記移動ロボットを前記充電ステーションに向かって探索せしめる探索手段と、を具備することを特徴とする充電システムである。

【0025】本発明の第1の側面に係る充電システムによれば、移動ロボットは、充電ステーションの所定部位に配設された視認性識別データを目標にして、カメラの撮像画像を基にして充電ステーションを探索することができる。したがって、無経路上を自由に移動する移動ロボットの充電作業を自動化することができる。

【0026】移動ロボットと前記充電ステーション間でデータ交換を実現する通信手段をさらに備えてもよい。通信手段は、例えば、RS-232C、IEEE1284、USB、i-Link、IrDAなど、特にインターフェース・プロトコルは特定されない。例えば、充電ステーション内に移動ロボットを収容したときの誘導作業（正確な位置決めなど）や、充電の開始及び終了時期の通知などに、通信手段を使用することができる。

【0027】また、前記の視認性識別データは、前記充電ステーションの表面に貼設された印刷媒体であってもよい。また、該印刷媒体は円筒形、四角柱、球などの立体的な物体表面上に複数貼設されていてもよい。このような場合、移動ロボットは複数方向から識別データを発見することができ、任意の方向から充電ステーションに

接近することができる。

【0028】また、前記の視認性識別データは、表示装置に画面出力された表示データであってもよい。このような場合、作業空間の環境に建設しない識別データを動的に用いることができる。また、移動ロボットから距離に応じて表示データを切り換えることもできる。

【0029】視認性識別データは、例えば、色や模様のパターンで構成される。あるいは、サイバーコードのような2次元バーコード、その他のビジュアル・マークであってもよい。

【0030】また、視認性識別データは前記充電ステーションの高所に配設することで、移動ロボットは遠方から充電ステーションの所在を発見することができる。

【0031】また、前記充電ステーション及び／又は前記移動ロボットは、充電中、「充電完了（満充電）」、「異常」などの各種のバッテリー状態を表示するインジケータを備えていてもよい。

【0032】また、前記充電ステーションは、さらに、光、赤外線、音波、超音波、電波、磁場のうち少なくとも1つの信号波を発信する発信手段を備えるとともに、前記移動ロボットは、さらに、前記発信手段からの発信波を受信する受信手段を備えてもよい。このような場合、前記演算手段は、前記撮像手段による撮像画像と前記受信手段による受信データの双方を基に前記移動ロボットから前記充電ステーションまでの距離・方向を算出することができるので、より正確且つ高速に充電ステーションを探索することができる。

【0033】前記発信手段による発信波は、作業空間において発生する他の信号とは容易に区別・分離できる成分で構成されることが好ましい。

【0034】また、前記移動ロボットは胴体部ユニットに対して首振り運動可能な頭部ユニットを備え、前記撮像手段及び／又は前記受信手段は前記移動ロボットの頭部ユニットに搭載されていてもよい。このような場合、首振り運動によって容易に充電ステーションを発見し、探索することができる。

【0035】また、前記発信手段は光、赤外線、音波、超音波、電波、磁場のうち2以上の信号波を発信し、前記受信手段は、前記充電ステーションと前記移動ロボット間の距離に応答して受信信号波を切り換えるようにしてもよい。例えば、途中で障害物が散在する遠方では回折性の高い音波を用いて探索し、至近距離では光や赤外線など直進性の高い信号波に切り換えて正確に探索することができる。

【0036】また、前記発信手段は、光をスリット状に出力するとともに、照射方向に応じて発光するスリットのパターンを切り換えるようにしてもよい。このような場合、単一の発信手段だけで、移動ロボットは複数方向から充電ステーションに接近することができる。

【0037】また、前記発信手段は出力強度及び周波数

成分の異なる2以上の信号波を発信するようにしてもよい。例えば高周波信号を高強度で出力するとともに、低周波信号を低強度で出力することにより、受信手段は、高周波成分のみ受信する領域では比較的距離が離れており、低周波成分を受信可能な領域に突入したことにより充電ステーションに近づいたことを認識することができる。

【0038】また、前記充電ステーションは、前記充電システム外の機器とデータ交換するための通信手段を備えてもよい。通信手段は、例えばネットワーク・インターフェース・カード(NIC)であり、例えば外部のホスト・システムがネットワーク経由で充電ステーションをリモート・コントロールすることができる。

【0039】また、前記発信手段は、前記充電ステーション外部に設置されていてもよい。例えばGPS(Global Positioning System)を用いて充電ステーションの探索を行うこともできる。

【0040】また、前記移動ロボットは、イヌなどの四肢による脚式歩行を行うタイプで、胴体部ユニットの腹部に電源コネクタを有し、前記充電ステーションは、凹み状の収容部と、該収容部底面に設置された電源コネクタを備え、前記収容部は、しゃがみ込んだ状態の前記移動ロボットを支持するようにしてもよい。

【0041】また、前記充電ステーションは2色以上の色からなる色パターンをその壁面に含み、前記移動ロボットは、前記撮像手段による撮像画像中の各色の配置関係を基に前記充電ステーションを探索するようにしてもよい。

【0042】また、前記移動ロボットは、イヌなどの四肢による脚式歩行を行うタイプで、胴体部ユニットの臀部に電源コネクタを有し、前記充電ステーションは、揺り針状の窪みをした収容部を持つとともに、該窪みの略中央にお椀形の突起を備え、前記収容部は、お座りをした状態の前記移動ロボットを支持するようにしてもよい。

【0043】あるいは、前記移動ロボットは、イヌなどの四肢による脚式歩行を行うタイプで、胴体部ユニットの臀部に電源コネクタを有し、前記充電ステーションは、揺り針状で且つ回転体形状の窪みをした収容部を持つとともに、該窪みの略中央にお椀形で且つ回転体形状の突起を備え、前記収容部は、任意の角度でお座りをした状態の前記移動ロボットを支持するようにしてもよい。

【0044】このような場合、充電オペレーションに対して、お座りをした状態で餌を与えるというメタファを与えることができ、エンタテインメント性が高まる。

【0045】また、前記移動ロボットは、頭部ユニット、両肩、若しくは臀部の少なくとも1つにテーパー形状が構成され、前記充電ステーションは、前記移動ロボットに形成されたテーパーを受容可能な内壁面を有する時

字構造を備えるようにしてもよい。さらに、該U字構造の端部にコネクタを上面に記した舌状突起を備えるようにしてもよい。また、該コネクタの各端子は該U字の奥行き方向に伸びるように構成してもよい。

【0046】また、前記移動ロボットは脚式歩行による移動を行うタイプであり、少なくとも1つの足底に電極端子が設置されていてもよい。このような場合、通常の歩行動作によって電極間の接触を実現することができる。

【0047】また、さらに、前記移動ロボットと前記充電ステーションのコネクタ同士が接触し及び/又は切り離されるような磁界を発生させる電磁石を1以上備えていてもよい。

【0048】また、前記充電ステーションは、前記移動ロボットと良好な係合位置に位置決めするための駆動機構を具備していてもよい。このような場合、移動ロボット側は精密な位置決め機構を不要とし、ロボット本体の要求仕様や重量、製造コストなどを低減することができる。

【0049】また、前記充電ステーションは、前記移動ロボットを受容可能な略U字構造をなすとともに、該U字の内側に移動ロボットを把持する把持手段を備えていてもよい。また、移動ロボットの把持状態でキャリング・ケースとして使用してもよい。このような場合、充電ステーションのU字状の筐体は、搬送中の衝撃から移動ロボットを保護することができる。

【0050】また、前記移動ロボットは、イヌなどの四肢による脚式歩行を行うタイプであり、前記充電ステーションは、イヌ小屋形状をなし、該小屋内の壁面に1以上のコネクタが設置されていてもよい。

【0051】また、本発明の第2の側面は、作業空間上をバッテリーで自律的に移動する移動ロボットと、該移動ロボットを受容してバッテリーの充電オペレーションを実現する充電ステーションとで構成される移動ロボットのための充電システムにおいて、充電ステーション外に置かれた発信機が発信する信号波に基づいて充電ステーションを探索する方法であって、前記移動ロボットを一旦充電ステーションに設置して、前記発信機からの信号波を基に充電ステーションの位置を教示するステップと、前記作業空間上に任意の位置で前記移動ロボットが前記発信機からの信号波を基に前記充電ステーションまでの距離や方向を算出して探索するステップと、を具備することを特徴とする充電ステーションを探索する方法である。

【0052】また、本発明の第3の側面は、作業空間上をバッテリーで自律的に移動する移動ロボットと、該移動ロボットを受容してバッテリーの充電オペレーションを実現する充電ステーションとで構成される移動ロボットのための充電システムにおいて、充電ステーション外に置かれた発信機が発信する信号波に基づいて充電ステーション

ョンを探索する方法であって、前記発信機の位置に従って設定される基準点に対する前記充電ステーションの位置情報を予め移動ロボット内のメモリに格納するステップと、前記作業空間上に任意の位置で前記移動ロボットが前記発信機からの信号波を基に前記基準点に対する自己の位置情報を算出するとともに、前記充電ステーションの前記メモリから読み出し、前記充電ステーションまでの距離や方向を算出して探索するステップと、を具備することを特徴とする充電ステーションを探索する方法である。

【0053】また、本発明の第4の側面は、作業空間上にバッテリーで自律的に移動する移動ロボットと、該移動ロボットを収容してバッテリーの充電オペレーションを実現する充電ステーションとで構成される移動ロボットのための充電システムにおいて、充電ステーション外に置かれた発信機が発信する信号波に基づいて充電ステーションを探索する方法であって、前記移動ロボットが、前記発信機の位置に従って設定される基準点に対する自己の位置情報を前記発信機からの信号波を基に算出するステップと、前記充電ステーションが、前記基準点に対する自己の位置情報を前記発信機からの信号波を基に算出するステップと、前記充電ステーションが前記移動ロボットに対して自己の位置情報を連絡するステップと、前記移動ロボットが、各位置情報間の相対的關係に従って前記充電ステーションまでの距離や方向を算出して探索するステップと、を具備することを特徴とする充電ステーションを探索する方法である。

【0054】また、本発明の第5の側面は、少なくとも胴体部ユニットと2以上の脚部ユニットを含み、前記脚部による歩行を行うタイプの移動ロボットであって、少なくとも1つの脚部ユニットの先端に給電用の電極端子を備えることを特徴とする移動ロボットである。かかる移動ロボットの構成によれば、通常の歩行動作によって電極間の接続を実現することができる。

【0055】また、本発明の第6の側面は、少なくとも胴体部ユニットと2以上の脚部ユニットを含み、前記脚部による歩行を行うタイプの移動ロボットであって、前記胴体部ユニットの腹面又は背中に給電用の電極端子を備えることを特徴とする移動ロボットである。

【0056】また、本発明の第7の側面は、少なくとも胴体部ユニットと2以上の脚部ユニットと尻尾を含み、前記脚部による歩行を行うタイプの移動ロボットであって、前記尻尾の先端に給電用の電極端子を備えることを特徴とする移動ロボットである。かかる移動ロボットの構成によれば、尻尾を振るという変換のある動作によって電極間の接続を実現することができる。

【0057】また、本発明の第8の側面は、略半球状の突起表面に輪切り状に区切られた2以上の接続端子が配設されて構成されることを特徴とするコネクタである。この場合、前記突起の先端側の輪切り端子に信号線を割

り当てるとともに、底側の輪切り端子に電源線を割り当てることによって、コネクタ同士を接合する際の誤動作を好適に防止することができる。

【0058】また、本発明の第9の側面は、コネクタ同士の接触によって通電状態を実現する電氣的接続構造であって、一方のコネクタはブローブ形状をなし、他方のコネクタはメッシュ状をなし、前記ブローブが前記メッシュの不定位置に挿入されることによって通電状態が実現することを特徴とする電氣的接続構造である。前記のブローブ状のコネクタは、該ブローブの長さ方向に複数の端子を割り当てるとともに、前記メッシュ状のコネクタは複数層構造であってもよい。

【0059】また、本発明の第10の側面は、コネクタ同士の接触によって通電状態を実現する電氣的接続構造であって、コネクタ同士が接続し及び/又は切り離されるような境界を発生させる電磁石を1以上備えることを特徴とする電氣的接続構造である。

【0060】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0061】

【発明の実施の形態】本発明は、移動ロボット、とりわけ作業空間を無経路で自由に移動することができるバッテリー駆動式の移動ロボットに対して、充電ステーションを用いて充電を行う充電メカニズムに関する。勿論、特定の経路上のみを移動するタイプの移動ロボットに対しても、本発明を好適に適用することができることは言うまでもない。

【0062】また、後述する実施例では、4足歩行のロボットを用いて説明しているが、移動ロボットは、2足、4足、6足などの脚式歩行を行うロボットその他、クローラ式など他の移動メカニズムを採用するロボットであっても、同様に本発明を好適に適用することができる。

【0063】以下、図面を参照しながら本発明の実施例を詳解する。

【0064】図1には、本発明を実施に供される、四肢による脚式歩行を行う移動ロボット1の外観構成を示している。図示の通り、該ロボット1は、四肢を有する動物の形状や構造をモデルにして構成された多関節型の移動ロボットである。とりわけ本実施例の移動ロボット1は、愛玩動物の代表例であるイヌの形状及び構造を模してデザインされたペット型ロボットという側面を有し、例えば人間の住環境において人間と共存するような形態で、ユーザ操作に応答した動作表現することができる。

【0065】移動ロボット1は、胴体部ユニット2と、頭部ユニット3と、尻尾4と、四肢すなわち脚部ユニット6A~6Dで構成される。

【0066】頭部ユニット3は、ロール、ピッチ及びヨーの各軸方向（図示）の自由度を持つ首関節7を介し

て、胴体部ユニット2の略射上端に配設されている。また、頭部ユニット3には、イヌの「目」に相当するCCD(Charge Coupled Device:電荷結合素子)カメラ15と、「耳」に相当するマイクロフォン16と、「口」に相当するスピーカ17と、触感に相当するタッチセンサ18が搭載されている。これら以外にも、生体の五感を構成するセンサを含んでいても構わない。

【0067】尻尾4は、ロール及びピッチ軸の自由度を持つ尻尾関節8を介して、胴体部ユニット2の略射上端に湾曲若しくは撓動自在に取り付けられている。

【0068】脚部ユニット6A及び6Bは前足を構成し、脚部ユニット6C及び6Dは後足を構成する。各脚部ユニット6A～6Dは、それぞれ、大腿部ユニット9A～9D及び脛部ユニット10A～10Dの組み合わせで構成され、胴体部ユニット2底面の前後左右の各隅部に取り付けられている。大腿部ユニット9A～9Dは、ロール、ピッチ、ヨーの各軸の自由度を持つ股関節11A～11Dによって、胴体部ユニット2の各々の所定部位に連結されている。また、大腿部ユニット9A～9Dと脛部ユニット10A～10Dの間は、ロール及びピッチ軸の自由度を持つ膝関節12A～12Dによって連結されている。

【0069】なお、移動ロボット1の関節自由度は、実際には各軸毎に配備されるモータ(図示しない)の回転駆動によって提供される。また、移動ロボット1が持つ関節自由度の個数は任意であり、本発明の要旨を限定するものではない。

【0070】図2には、移動ロボット1の電気・制御系統の構成図を模式的に示している。同図に示すように、移動ロボット1は、全体の動作の統括的制御やその他のデータ処理を行う制御部20と、入出力部40と、駆動部50と、電源部60とで構成される。以下、各部について説明する。

【0071】入出力部40は、入力部として移動ロボット1の目に相当するCCDカメラ15や、耳に相当するマイクロフォン16、触感に相当するタッチセンサ18など、五感に相当する各種のセンサを含む。また、出力部として、口に相当するスピーカ17など、脚などによる機械運動以外の手段によって外部出力を行う装置類を含む。

【0072】移動ロボット1は、カメラ15を含むことで、作業空間上に存在する任意の物体の形状や色彩を認識することができる。また、移動ロボット1は、カメラのような視覚手段の他に、赤外線、音波、超音波、電波などの発信波を受信する受信装置をさらに備えていてもよい。この場合、各伝送波を検知するセンサ出力に基づいて発信源からの位置や向きを計測することができる(後述)。

【0073】駆動部50は、制御部20が指令する所定

の運動パターンに従って移動ロボット1の機械運動を実現する機能ブロックであり、首関節7、尻尾関節8、股関節11A～11D、膝関節12A～12Dなどのそれぞれ関節におけるロール、ピッチ、ヨーなど各軸毎に設けられた駆動ユニットで構成される。図示の例では、移動ロボット1はn個の関節自由度を有し、したがって駆動部50はn個の駆動ユニットで構成される。各駆動ユニットは、所定軸回りの回転動作を行うモータ51と、モータ51の回転位置を検出するエンコーダ52と、エンコーダ52の出力に基づいてモータ51の回転位置や回転速度を適応的に制御するドライバ53の組み合わせで構成される。

【0074】電源部60は、その字義通り、移動ロボット1内の各電気回路等に対して給電を行う機能モジュールである。本実施例に係る移動ロボット1は、バッテリーを用いた自律駆動式であり、電源部60は、充電バッテリー61と、充電バッテリー61の充電状態を管理する充電電制御部62とで構成される。

【0075】充電バッテリー61は、例えば、複数本のニッケル・カドミウム電池セルをカートリッジ式にパッケージ化した「バッテリー・パック」の形態で構成される。

【0076】また、充電電制御部62は、バッテリー61の端子電圧や充電/放電電流、バッテリー61の周囲温度などを測定することでバッテリー61の残存容量を把握し、充電の開始時期や終了時期などを決定するようになっている。充電電制御部62が決定する充電の開始及び終了時期は制御部20に通知され、移動ロボット1が充電オペレーションを開始及び終了するためのトリガとなる。充電オペレーションの詳細については後述に譲る。

【0077】制御部20は、「頭脳」に相当し、例えば移動ロボット1の頭部ユニット3に搭載される。

【0078】図3には、制御部20の構成をさらに詳細に図解している。同図に示すように、制御部20は、メイン・コントローラとしてのCPU(Central Processing Unit)21が、メモリその他の各回路コンポーネントや周辺機器とバス接続された構成となっている。バス27上の各装置にはそれぞれ固有のアドレス(メモリ・アドレス又はI/Oアドレス)が割り当てられており、CPU21はアドレス指定することでバス27上の特定の装置と通信することができる。

【0079】RAM(Random Access Memory)22は、DRAM(Dynamic RAM)などの揮発性メモリで構成された書き込み可能メモリであり、CPU21が実行するプログラム・コードをロードしたり、作業データの一時的な保存のために使用される。

【0080】ROM(Read Only Memory)23は、プログラムやデータを恒久的に格納する読み出し専用メモリである。ROM23に格納されるプロ

グラム・コードには、移動ロボット1の電源投入時に実行する自己診断テストプログラムや、移動ロボット1の動作を規定する制御プログラムなどが挙げられる。制御プログラムには、カメラ15やマイク16などのセンサ入力処理する「センサ入力処理プログラム」、センサ入力と所定の「時系列モデル」/々(後述)とに基づいて移動ロボット1の行動すなわち運動パターンを生成する「行動命令プログラム」、生成された運動パターンに従って各モータの駆動やスピーカ17の音声出力などを制御する「駆動制御プログラム」などが含まれる。生成される運動パターンには、通常の歩行運動や走行運動以外に、「お手」、「お預け」、「お座り」や、「ワンワン」などの動物の鳴き声の発声などエンターテインメント性の高い動作を含んでいてもよい。

【0081】不揮発性メモリ24は、例えばEEPROM(Electrically Erasable and Programmable ROM)のように、電氣的に消去書き込みが可能なメモリ素子で構成され、逐次更新すべきデータを不揮発的に保持するために使用される。逐次更新すべきデータには、例えば、移動ロボット1の行動パターンを規定する時系列モデルなどが挙げられる。

【0082】移動ロボット1は、飼い主としてのユーザによる「褒める」、「遊んであげる(可愛がる)」、「撫でる」、あるいは「叱る」、「叩く」などの行為を刺激としてセンサ入力し、不揮発メモリ24に格納された時系列モデルに従って「喜ぶ」、「甘える」、「すねる」、「叱る」、「吠える」、「尻尾を振る」などの感情的な動作を実行する。また、センサ入力された刺激に応じて不揮発メモリ24中の時系列モデルを逐次的に更新するという学習効果を付与することができる。このような学習効果により、移動ロボット1の行動パターンに変化を与え、ユーザが飽きない又はその好みに適応した挙動を提供することができる。また、ユーザは、一種の育成シミュレーションをゲーム感覚で楽しむことができる。

【0083】インターフェース25は、制御部20外の機器と相互接続し、データ交換を可能にするための装置である。インターフェース25は、例えば、カメラ15やマイク16、スピーカ17との間でデータ入出力を行う。また、インターフェース25は、駆動部50内の各ドライバ53-1...との間でデータやコマンドの入出力を行う。また、インターフェース25は、電源部60との間で充電開始及び充電終了信号の授受を行う。

【0084】インターフェース25は、RS(Recommended Standard)-232Cなどのシリアル・インターフェース、IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)1284など

のバス・インターフェース、USB(Universal Serial Bus)インターフェース、i-Link(IEEE1394)インターフェース、SCSI(Small Computer System Interface)インターフェースなどのような、コンピュータの周辺機器接続用の汎用インターフェースを備え、充電ステーション80(後述)などの外部機器との間でプログラムやデータの移動を行うようにしてもよい。

【0085】また、インターフェース25の1つとして赤外線通信(IRDA)インターフェースを備え、充電ステーション80などの外部機器と無線通信を行うようにしてもよい。赤外線通信のための送受信部は、例えば頭部ユニット2や尻尾3など、移動ロボット1本体の先端部に設置されることが受信感度の観点から好ましい。

【0086】さらに、制御部20は、ネットワーク・インターフェース・カード(NIC)26を含み、LAN(Local Area Network:例えば、EthernetやBluetoothなど)やインターネットを経由して外部のコンピュータ・システムとデータ通信したり、遠隔のコンピュータ資源を用いて移動ロボット1の動作をリモート・コントロールするようにしてもよい。あるいは、不揮発性メモリ24に保管すべき時系列モデルを、ネットワーク経由で移動ロボット1に供給することができる。

【0087】【従来の技術】の欄でも説明したように、本実施例に係る移動ロボット1に代表されるような自律駆動式のロボットに対しては、「充電ステーション」を用いてバッテリーの充電を行うことができる。充電ステーションとは、その字義通り、移動ロボット1のバッテリー充電を行うためのロボット収容場所のことであり、移動ロボットのためのバッテリー充電を確実且つ完全に自動化する方法として、既に当業界において採用されている。

【0088】移動ロボット1は、自走式・自律的な作業を行っている期間中にバッテリー61の残存容量が低下したことを検知すると、作業を中断して、自ら(すなわち自動的に)充電ステーション80に立ち寄る。充電ステーション80内では、移動ロボット1と供給電源との間で所定の電気接続を果たし、バッテリー61への給電を受ける。そして、バッテリー61が満充電若しくは所定容量まで回復したら、電源との電気接続を解除するとともに充電ステーション80を立ち去って、中断していた作業を再開する。

【0089】本発明を実現する上で、充電ステーション80の外観構成は特に限定されない。図1に示すようなイヌの構造を模したペット型ロボット1に対しては、イヌの寝床であるベッドやイヌ小屋をモデルにした充電ステーションに構成すれば、ロボットの通常オペレーションだけでなく、充電ステーションに立ち寄って充電を行う一連の「充電オペレーション」に対しても、エンター

ティンメント的なメタファを付与することができる。

【0090】また、作業空間内に複数基の充電ステーションを設置することにより、移動ロボット1は、最寄りの充電ステーションで給電を受けることができる。すなわち、移動ロボット1は、充電ステーション間を跳いで移動することができ、行動半径が実質的に拡張される。また、1つの充電ステーションを複数の移動ロボット間で共有することもでき、ステーション数を節約することもできる。また、充電機能の一部を充電ステーションに移管することにより、ロボット本体の要求仕様や重量、製造コストを削減することができる。

【0091】図4には、本発明の実施に供される充電ステーション80と移動ロボット1を含んだ作業空間の構成を模式的に表した機能ブロック図を示している。

【0092】本実施例に係る充電ステーション80は、移動ロボット1との間で充電作業におけるトランザクションを好適に実現するために、表示部82、発信機83、接近・接触検知部84、インターフェース85、及び給電制御部86を備えるとともに、作業空間上に設けられた外部コンピュータ・システムなどの他の機器と通信を行うためのインターフェース87を含んでおり、これらの各部は制御部81によって統括的に制御されている。

【0093】表示部82は、例えばLCD（Liquid Crystal Display：液晶表示ディスプレイ）やCRT（Cathode Ray Tube：陰極線管）ディスプレイのようなグラフィック表示可能な表示装置であり、色や模様の出現に所定のパターンを持たせた視認性の識別データ（例えば、サイバーコード/**などの2次元バーコードや、その他のビジュアル・マーク）を表示出力して、遠方から眺望した場合であっても充電ステーション80の視認性・識別性を高めるようにしている。

【0094】一方の移動ロボット1側では、カメラ15による撮像画像を基に、表示部82に表示されたビジュアル・マーク等の識別データを探索することで、充電ステーション80の位置を特定するようになっている。必要であれば、カメラ15が撮像した識別データの模様の大きさなどを基に現在位置から充電ステーション80までの距離を計算する。また、充電ステーション80は、移動ロボット1との距離に応じて、表示部82に表示する模様のパターンや大きさを変更するようにしてもよい。さらに、距離の変化に応じて経路探索アルゴリズムを切替えたり、充電ステーション80に接近するにつれて歩幅を小さくして充電ステーション80との合体に至るまでの位置調整を図ってもよい。

【0095】表示部82が表示出力した識別データの模様が周囲（すなわち作業空間内）の風景に埋没してしまうような場合には、認識率が向上するような色、模様のパターンに切替えるようにしてもよい。この場合、制御

部81は、インターフェース85（後述）及び25經由で移動ロボット1にパターン切替えを通知するようにしてもよい。また、遠方からの識別用パターンと近隣での識別用パターンなど、移動ロボット1と充電ステーション80との距離に応じて複数の視認性識別データを使い分けるようにしてもよい。

【0096】また、充電ステーション80本体の表面全体として模様を有したり、識別性のある輪郭形状に構成することにより、その本体の構造自体に視認性識別データを統合させてもよい。また、遠方からは該本体と表示部82との識別が困難な場合には、表示部82を高所に設置したり、フラグやパイロット・ランプのような形態で実装してもよい。

【0097】他方、視認性識別データを変化させる必要のない場合には、表示部82は印刷された固定的なパターン（サイバーコードなど）のみを表示する印刷媒体であってもよい。平板上に印刷媒体を貼設したのでは、正面以外の撮像方向からは視認性・識別性が低下する。このような場合には、円筒形、四角柱、球などの立体的な物体上に複数の印刷媒体を貼設するようにしてもよい。このような場合、2以上の方向から視認性識別データを確認することができ、移動ロボット1は、複数の方向から充電ステーション80を探索・接近することができる。

【0098】なお、表示部82は、「充電中」、「充電完了（満充電）」、「異常」などの各種のバッテリー状態を表示するLED（Light Emitting Diode）のようなインジケータをさらに含んでいてもよい。ユーザは、LEDの表示により、バッテリー状態を容易に視認することができる。このようなインジケータは、充電ステーション80ではなく、移動ロボット1側に配設されていてもよい。

【0099】発信機83は、光、赤外線、音波、超音波、電波、磁場のうち少なくとも1つの信号波を発信して、移動ロボット1側に対して、充電ステーション80が存在する位置や方向を割り出す手掛かりを与える。発信信号は、特定の周波数パターンを持ち、作業空間において発生する他の信号とは容易に区別・分離できるようにしておくことが好ましい。

【0100】これに対し、移動ロボット1側では、受信機28（図2には図示せず）による検知出力の信号強度などを基に、発信源すなわち充電ステーション80の在り処を探索することができる。受信機28は、指向性に俟れ、受信波の強度測定を行えるタイプであることが好ましい。

【0101】受信機28は、カメラ25と同様に、移動ロボット1の頭部ユニット3に搭載させていることが好ましい。例えば、2以上の受信機28を備えて、ステレオ法により充電ステーション80の距離や方向を算出することができる。

【0102】あるいは、首関節を動作させて頭部ユニット3を首振り運動させることによって、受信機28の受信方向を変更することができる。この場合、受信した信号強度が最大となる方向に向かって進行（歩行）する操作を繰り返すことによって、発信源のある受信ステーション80への経路探索を実現することができる。但し、「フェイスド・アレイ・レーダ」のように発信源までの距離と方向の双方を検出できるタイプの受信機28であれば、信号強度と方向を同時に検出することができるので、首振り動作の必要はない。

【0103】作業空間上に障害物がある場合など、充電ステーション80に接近するための経路が複雑な場合には、複数の媒体を組み合わせて用いる必要があることもある。

【0104】例えば、充電ステーション80が不可視領域に隠れている場合には、最初は音波のように回折性のあつた媒体を信号波に用い、可視領域に突入した段階で光の受信若しくはカメラ15による探索に切り換えればよい。

【0105】また、発信機83は、光をスリット状に出射するとともに、照射方向毎に発光するスリットのパターンを切り換えることで、単一の媒体のみで充電ステーション80の探索が可能になる。

【0106】また、距離に応じて位置決め精度を変えられるように、発信機83は、複数の信号を出力するようにしてもよい。例えば、音波や超音波、電磁波などの発信波の高周波成分を高強度に、低周波成分を低強度に構成することにより、高周波成分のみを受信する領域では距離が大きいことや、低周波成分を受信可能な領域では距離が小さくなってきていることを容易に認識することができる。

【0107】移動ロボット1と充電ステーション80の間でLAN（Local Area Network：例えばEthernetやBluetoothなど）その他の伝送媒体経由で通信が可能な場合には、お互いの距離に応じて信号強度や周波数を変更する旨の情報をハンドシェイクするようにしてもよい。

【0108】移動ロボット1が充電ステーション80を探索し、該ステーション内の所定の収容場所に装着する際に、互いの本体同士、あるいは電極・端子同士の衝突や衝突に伴う破損を防止するためには、距離に応じた探索作業を行う必要がある。例えば、比較的遠い距離にある期間中は、移動ロボット1は、充電ステーション80全体を探索目標としてカメラ15の撮像画像などを基に探索することで、高速に接近することができる。そして、ある程度まで近づいたときには、充電端子など小さな対象物に探索目標を切替えると同時に、カメラ15よりもさらに正確な距離測定が可能な装置の検出力に従って探索を行う。例えば、赤外線出力や超音波出力の反射時間を基により正確な距離を測定する方式等を採用す

ることができる。

【0109】接近・接続検知部84は、移動ロボット1の経路探索作業の結果、移動ロボット1が充電ステーション80内に収容され、給電制御部86と充放電制御部62との電気接続が果たされたことを確認するための装置である。接近・接続検知部84は、例えばマイクロスイッチや近接センサなどで構成することができる。接近・接続検知部84による検知出力は、例えば給電制御部86による給電開始のトリガとなる。

【0110】インターフェース85は、移動ロボット1側のインターフェース25と双方向接続若しくは一方接続するための装置であり、例えば、RS-232C、IEEE1284、USB、i-Link、SCSI、IrDA...などいずれか少なくとも1つのインターフェース・プロトコルに従って構成される。インターフェース85及び25間は、有線又は無線のいずれの形態で結ばれてもよいが、接近・接続検知部84の出力が付随された期間だけ接続が確保されれば充分である。

【0111】給電制御部86は、商用AC電源から供給された電源電圧を移動ロボット1側に供給するための給電制御を行う。給電の開始及び終了時期は、例えば接近・接続検知部84の出力信号がトリガとなる。

【0112】これに対し、充放電制御部62は、供給電圧を基に充電電流を生成してバッテリー61に供給する。充放電制御部62は、充電電流の核算量、バッテリー61の端子電圧、バッテリー周囲温度などを基に満充電若しくは充電終了時期を検出して、制御部20に通知する。制御部20は、さらにインターフェース25及び85を介して充電ステーション80側に充電終了時期を通知してもよい。また、充放電制御部62は、移動ロボット1がバッテリー61による自律駆動を行う通常同き期間中においては、バッテリー61からロボット内の各部への供給電流（すなわち放電電流）の核算量、端子電圧、バッテリー周囲温度などを計測することで残存容量の低下を常時監視して、充電開始時期を検出するとともに制御部20に通知する。

【0113】給電制御部86と充放電制御部62との電気接続形態は特に限定されない。一般には、電極やコネクタといった機械式接点を持つ電気部品間を接触させることによって通電させる。これ以外にも、電磁誘導の原理を用いて非接触により給電する方式も挙げられる。すなわち、給電制御部86と充放電制御部62の双方に誘導コイルを内蔵し、各々のコイルを近接させて、給電制御部86側のコイルに供給電流を流すことによって、電磁誘導作用により充放電制御部62側のコイルに充電電流を発生させることができる。

【0114】インターフェース87は、例えばネットワーク・インターフェース・カード（NIC）であり、コンピュータや他の充電ステーションなどの1以上の外部システムとネットワーク接続して（例えば、Ether

netやBluetoothなど)、メッセージ交換を行うための手段である。すなわち、充電ステーション80は、ネットワーク経由で他の充電ステーションと相互接続され、連想的に充電オペレーションを行うことができる。また、充電ステーション80を、ネットワーク経由でホスト・コンピュータの管理下に置き、充電オペレーションをリモート・コントロールすることができる。

【0115】なお、インターフェース87は、外部システムとのインターフェース・プロトコルを実現するものである。特にNICには限定されない。例えば、RS-232C、IEEE1284、USB、i-Link、SCSI、IrDAなどのインターフェース規格に従って構成されていてもよい。

【0116】図4を参照した上述した説明では、発信機83は、充電ステーション80内に配設され、制御部81の制御下に置かれているが、必ずしもかかる構成には限定されない。例えば、作業空間上で充電ステーション80とは独立した場所に外部発信機90を配設してもよい。図5には、充電ステーション80と移動ロボット1と外部発信機90を含んだ作業空間の構成を例示している。

【0117】この例では、作業空間上には1以上の外部発信機90-1…が存在している。これら外部発信機90-1…は作業空間上の所定位置に固設されており、充電ステーション80探索のための基準点若しくは基準座標系を定義する。

【0118】これに対し、移動ロボット1は、外部発信機90-1…に対する自分が置かれた方向や距離を算出することで、外部発信機90-1…を基準点とする自分の位置を特定することができ、この結果、充電ステーション80への探索経路を導出することができる。

【0119】外部発信機90-1…は、充電ステーション80及び移動ロボット1が存在する作業空間内に配備される必要は必ずしもない。例えば、GPS(Global Positioning System: 全地球測位システム)の人工衛星や地上制御局を外部発信機90として活用することも可能である。

【0120】図5に示す例を実現する前提として、移動ロボット1は、充電ステーション80の位置を予め保持しておく必要がある。充電ステーション80の位置の求め方は特に限定されないが、例えば以下の3通りの方法をあげることができる。

【0121】【方法1】移動ロボット1を一旦充電ステーション80に設置して、外部発信機90-1…に対する自分が置かれた方向や距離を算出させ記憶させることによって、移動ロボット1に充電ステーション80の位置を教示する。移動ロボット1は、充電開始時期における自分の位置と記憶された充電ステーション80との相対関係に従って、充電ステーション80を探索することができる。

【0122】【方法2】外部発信機90-1…を基準点とした充電ステーション80の位置情報を予め作成し、ロボット1のメモリ上に書き込んでおく。移動ロボット1は、充電開始時期になると、充電ステーション80の位置情報をメモリから読み出して、算出された現在の自分の位置との相対位置関係を基に探索を行うことができる。

【0123】【方法3】充電ステーション80側にも外部発信機90-1…からの方向や距離を算出する機能を付与する。この場合、充電開始時期に、充電ステーション80において算出された位置情報を、電波や赤外線などの無線通信を利用して移動ロボット1側に連絡すればよい。移動ロボット1は、通知された位置情報との相対位置関係を基に、充電ステーション80を探索することができる。

【0124】また、図2〜図4を用いて説明した実施例では、移動ロボット1自身が持つカメラ15の撮像画像を基に充電ステーション80を探索するようになっていたが、必ずしもかかる形態には限定されず、充電ステーション80側にカメラが設置され自走中の移動ロボット1を撮像するようにしてもよい。

【0125】このような場合、充電ステーション80側のカメラが認識可能な識別データ(例えばサイバーコード等のビジュアル・マーク)を移動ロボット1の本体表面に形成しておく必要がある。

【0126】また、充電ステーション80は、移動ロボット1を撮像した画像に基づいて移動ロボット1の距離や方向を算出し、移動ロボット1側に通知するなどのハンドシェイク動作を行うことによって、ロボット1を所定の収容場所まで導く必要がある。移動ロボット1とのハンドシェイクには、例えば、電波やIrDAなどの無線通信その他の手段によって行えばよい。

【0127】図6には、本実施例に係る移動ロボット1が行う充電オペレーションの処理手順をフローチャートの形式で図解している。以下、同図を参照しながら充電オペレーションについて説明する。

【0128】移動ロボット1は、バッテリー駆動により通常オペレーションを実行中であるとする。

【0129】ここで言う通常オペレーションとは、例えばカメラ15、マイクロフォン16、タッチセンサ18などのセンサ入力にตอบสนองして、不揮発性メモリ24中の時系列モデルに従って移動ロボット1が各種の動作表現を実行することを意味する。

【0130】充放電制御部62は、通常オペレーション中に、バッテリー61の残存容量の低下すなわち「ロー・バッテリー」状態を検出すると、これを制御部20に通知する。

【0131】制御部20内のCPU21は、ロー・バッテリーの通知にตอบสนองして通常オペレーションを中断する。そして、通常オペレーションに割り込む形式で充電オペ

レーションを開始する。

【0132】充電オペレーションにおいては、まず、移動ロボット1は、充電ステーション80の場所を探索する(S11)。該探索は、例えばカメラ15の撮像画像や、充電ステーション80側から発信される電波、音波、超音波、光などを手掛かりにして、所定の経路探索アルゴリズムに従って行われる(前述)。なお、後に作業状態を円滑に再開するためには、充電ステーション80の探索を行う前に、通常オペレーション中断直前の作業状態やその場所を記憶しておくことが好ましい(ステップS10)。

【0133】探索の結果、移動ロボット1が充電ステーション80に到着すると、両者間の合体作業が行われる(ステップS12)。合体作業には、移動ロボット1と充電ステーション80間で給電用の電極若しくはコネクタ端子どうしの接続が含まれる。但し、電磁誘導などを用いて非接触給電を行う場合には「接続」ではなく、誘導コイル間の「接近」でよい。合体作業時には、移動ロボット1の制御部20は、インターフェース25及び85経由で充電ステーション80側の制御部81と通信し、ハンドシェイクを行ってもよい。また、合体が完了したか否かは、例えば接近・接続検知部84の検出信号を基に判断することができる。なお、コネクタ間の接続形態などについては後に詳解する。

【0134】前ステップS12の合体により充電可能な状態になると、給電制御部86から充放電制御部62への給電が開始する。充放電制御部62は、給電電流を、バッテリー61の充電特性に適した電圧レベルの充電電流に変換して、バッテリー61に供給する(ステップS13)。

【0135】充電期間中、充放電制御部61は、バッテリー61の端子電圧、充電電流の核算量、バッテリー周囲温度などを計測して、バッテリー61の充電状態を常時監視する。そして、バッテリー61の満充電状態若しくは充電終了状態を検出すると、これを制御部20に通知する(ステップS14)。

【0136】制御部20は、充電終了の通知にตอบสนองして、充電ステーション80からの離脱、すなわち、移動ロボット1と充電ステーション80間の合体状態の解除を行う(ステップS15)。この離脱作業の際、制御部20は、インターフェース25及び85経由で充電ステーション80側の制御部81と通信し、ハンドシェイクを行ってもよい。

【0137】充電ステーション80からの離脱を終えると、移動ロボット20は、通常オペレーション中断した時点の居場所を探索する(ステップS16)。そして、該場所に復帰すると、通常オペレーション中断直前の状態を復元して(ステップS17)、中断していた通常オペレーションを再開する。

【0138】次いで、移動ロボット1と充電ステーション80間における電氣的接続のメカニズムについて説明する。

【0139】図7～図9には、第1の実施形態に係る充電ステーション80-1の外観構成を示している。同図に示す例では、充電ステーション80-1は、イヌの寝床(ベッド)をモデルにした箱形であり、略中央部にイヌ型の移動ロボット1を収容する凹み状の収容部81-1を有している。

【0140】収容部81-1は、図1に示す移動ロボット1をその胴体部ユニット2の底面で支持することができる形状及び寸法を有し、底面には胴体部ユニット2との間で電氣的接続を実現するための電氣的接点接点(コネクタ)82-1を備えている。

【0141】また、充電ステーション80-1の前後両端の壁面にはそれぞれ赤及び青の2色からなる色パターンが配色されている。

【0142】移動ロボット1は、充電ステーション80-1を視界(カメラ15で捕捉した画像)の中で、赤及び青の色パターンによって充電ステーション80-1の存在を発見し、さらに各色の配置関係を基に、充電ステーション80-1と移動ロボット1との距離と位置関係を計算することができる。

【0143】さらに、移動ロボット1は、視界の中で、赤、青の順で2色が1直線上に並ぶように最適な経路を辿って充電ステーション80-1に向かって歩行することで、最終的に、充電ステーション80-1を跨ぐように接近することができる。

【0144】そして、充電ステーション80-1に充分近づき、2色パターンが視界から消えた後、所定のタイミングで歩行を停止する。さらに、腰を下ろすなどの動作を行い、胴体部ユニット2の底面(腹 部)を収容部81-1に靠床させることで、コネクタ82-1を介して充電ステーション80-1との間で電氣的接続を確立し、充電姿勢となる。

【0145】移動ロボット1側のコネクタ(図示しない)は、胴体部ユニット2の底面(腹 部)で、コネクタ82-1と対向する部位に配設されている。充電姿勢では、コネクタには移動ロボット1の自重が印加されるので、その他の機械的係合手段を特に設けなくとも、コネクタ82-1との電氣的接続状態が維持される。

【0146】なお、赤及び青を用いた色パターンでは周囲環境の中に埋没してしまうような場合には、他の識別性の高い色パターンに変更してもよい。あるいは、色パターンに代えて、サイバーコードのような視認性・識別性のより高いビジュアル・マークを用いてもよい。

【0147】図10及び図11には、第2の実施形態に係る充電ステーション80-2の外観構成を示している。同図に示す例では、充電ステーション80-2は、揺り鈴状の構造体であり、揺り鈴の窪みを収容部81-2とするとともに、該窪みの略中央にお椀形の突起82

ー２を有している。充電ステーション８０ー２は、例えばイヌ型の移動ロボット１がしゃがみ込んだ（「お座り」をした）姿勢で受容することかできる。

【０１４８】後述するように突起８２ー２が電氣的接点として機能する。また、窪み８１ー２と突起８２ー２の各々は、窪みの深さ方向を軸とした回転体形状に攻勢されていることが好ましい。

【０１４９】図１２には、突起８２ー２の拡大斜視図を示している。同図に示すように、突起８２ー２の表面を輪切り状に区切られた１以上の端子が配設されている。例えば、突起８２ー２の先端側の輪切り端子に信号線を割り当て、底側の輪切り端子に電源線を割り当てることで、コネクタ同士の接合・離脱時における異種端子同士の接触による誤動作を防止することができる。

【０１５０】上述したように、収容部８１ー２とコネクタ８２ー２はいずれも回転体形状をしているので、移動ロボット１は充電ステーション８０に對して１８０度どの向きからもアクセス可能である。

【０１５１】また、収容部８１ー１の内壁はスロープ状に形成されているので、移動ロボット１が充電ステーション８０ー２を正確な位置で跨いでいない場合であっても、充電ステーション８０ー２にしゃがみ込む動作中に、スロープを滑り落ちるようにして、コネクタ８１ー２に自然と位置合わせされる。また、移動ロボット１の自重によってコネクタ８１ー２との電氣的接続が確保される。

【０１５２】図１３には、第３の実施形態に係る移動ロボット１ー３及び充電ステーション８０ー３の外観構成を示している。

【０１５３】同図に示すように、移動ロボット１ー３は、頭部ユニット２ー３、両肩、あるいは臀部などがテーパー形状に構成されている。これに対し、充電ステーション８０ー３側の入り口は、テーパーを受容するに充分な幅の開口を持つとともに、移動ロボット１ー３側の対応部位と合致するテーパー形状に構成されている。また、充電ステーション８０ー３の入り口前面には、移動ロボット１ー３のカメラ１５の撮像画像によって視認可能な色パターン若しくはサイバーコードのようなビジュアル・マークが配設されている（図示しない）。

【０１５４】移動ロボット１ー３は、ビジュアル・マークをカメラ１５で認識すると、これを追跡するようにして入り口に到達し、さらに進入していくと、次第に狭くなるテーパー面に導かれるようにして、テーパー最奥部に到達して、正確な位置関係で電氣的接続を果たすようにしている。移動ロボット１ー３は、特別な位置決めを要することなく、テーパー面に摺動するだけで正しい接続場所に導かれるのである。

【０１５５】図１４には、充電ステーション８０ー３の電氣的接続部の構成例を図解している。同図に示すように、充電ステーション８０ー３は、略Ｕ字構造をなし、

このＵ字の内壁面には、移動ロボット１側のテーパーを受容可能なテーパーが形成されている。このＵ字構造体の略最奥部から、コネクタ８２ー３を上壁面に配した舌状突起８５が突設されている。

【０１５６】図１５には、充電ステーション８０ー３の電氣的接続部分のみを抜き出して拡大斜視している。同図に示すように、コネクタ８２ー３の各端子は移動ロボット１ー３の進入方向に長く構成されているので、テーパー内における移動ロボット１ー３の停止位置の前後方向における位置決め精度を緩やかにすることができる。

【０１５７】図１６には、移動ロボット１ー３が充電ステーション８０ー３に収容されている様子を示している。同図に示す例では、移動ロボット１ー３は、両肩に形成されたテーパーが、充電ステーション８０ー３側のテーパーに摺動するようにしてさらに奥へと導かれるようになっている。

【０１５８】移動ロボット１ー３が侵入可能な最深位置Ｄは、移動ロボット１ー３の肩幅Ｗによって定義される。舌状突起８５を充分長くすることによって、頭部ユニット２の最先端部分が充電ステーション８０ー３の最奥部と衝突する手前の位置で電氣的接続を果たすことができる。

【０１５９】移動ロボット１ー３が舌状突起８５を跨ぐようにしてしゃがみ込むことで、移動ロボット１ー３と充電ステーション８０ー３との電氣的接続が達成される。また、移動ロボット１ー３の自重によって安定的な接触状態が確保される。

【０１６０】なお、充電のために移動ロボット１ー３がテーパー面に沿って充電ステーション８０ー３に侵入したにも拘らず、コネクタ間の電氣的接続が果たされない場合には、移動ロボット１ー３を一旦所定距離まで充電ステーション８０ー３からセットバックした後、改めて充電ステーション８０ー３内への侵入を試みるとよい。

【０１６１】図１７及び図１８には、第４の実施形態に係る電氣的接続のメカニズムを図解している。

【０１６２】図１７に示すように、移動ロボット１の前足６Ａ、６Ｂや後足６Ｃ、６Ｄの底面部など、可動部分の先端に電極端子が設けられている。可動部分は足に限定されず、手や、尻尾、頭部などであってもよい。

【０１６３】このような場合、移動ロボット１は、脚を動かすという動作によって、充電ステーション８０側の電極端子と接触し、さらに足で踏むという姿勢により接続部分に移動ロボット１の自重の少なくとも一部が印可され、安定的な接触状態を確保することができる。

【０１６４】充電を行うためには、少なくとも正負両極の接点が必要である。したがって、例えば、左右の前足、左右の後足などの組合せで、各可動部分に電極端子を配設すればよい。

【０１６５】要するに可動部分が３以上ある場合には、そのうちの２つに正負各極の端子を割り当てればよい。

あるいは、電極端子の配置位置の組み合わせとして、尻尾などの可動部分と、胴体部ユニット2のような無可動部分との組合せであってもよい。

【0166】図19及び図20には、第5の実施形態に係る電氣的接続のメカニズムを図解している。

【0167】移動ロボット1側のコネクタ端子は、図19に示すように細長いプローブ形状をなし、例えば手や脚、尻尾などの可動部分の先端に取り付けられている。

【0168】一方の充電ステーション80側の電氣的接続部82-5は、図19に示すようにメッシュ状の導電材で構成されている。したがって、移動ロボット1は、充電ステーション80に接近して、メッシュ82-5上の不定位置にプローブを差し込むだけで電氣的接続を果たすことができる。言い換えれば、電氣的接続のためには、緩やかな位置決め精度しか必要としない。

【0169】右手と左手、右足と左足というように、2以上の可動部分にそれぞれ1つのプローブ状電極を配設するようにしてもよい。あるいは、図20に示すように、プローブの長さ方向に複数の端子を割り当てるようにしてもよい。この場合、図示の通り、メッシュ82-5を複数層構造に構成すればよい。

【0170】また、プローブ状端子を手足などの先端部分から出沒自在に構成して、未使用時（すなわち充電以外の動作期間中）に外部からの衝撃などによる破損から保護することもできる。

【0171】図21～図23には、第6の実施形態に係る移動ロボット1-6及び充電ステーション80-6の構成を図解している。

【0172】図21及び図22に示すように、本実施形態に係る移動ロボット1-6は、胴体部ユニット2の底面すなわち腹部にコネクタ13-6が配設されているので、図7に示した第1の実施形態と同様、イヌのベッドをモデルにした箱型の充電ステーション80-6で受容することができる。

【0173】また、図21及び図22に示すように、コネクタ13-6を挟むように、一対の電磁石13A及び13Bが配設されている。一方の充電ステーション側も、収容部の底面には、コネクタ82-6を挟むように、一対の電磁石82A及び82Bが配設されている。

【0174】移動ロボット1-6が充電ステーション80-6に接近して、両コネクタ13-6及び82-6が充分近づいたときに、各電磁石に電流を流して電磁石13Aと82A、及び、電磁石13B及び82Bが引き合うような磁界を発生させることにより、コネクタ13-6及び82-6間の良好な接触状態を保つことができる。

【0175】さらに、充電完了後は、電磁石13Aと82A、及び、電磁石13B及び82B同士が同極性となり互いに反発し合う磁界を発生させるように電流の流れを切り替えることによって、移動ロボット1-6を充電

ステーション80-6から強制的且つ迅速に切り離すことができる。

【0176】また、移動ロボット1-6と充電ステーション80-6とを合体させる際、電磁石13Aと82Aが引き寄せ合うように異極性にするだけでなく、電磁石13Aと82Bが反発し合うように同極性にする（当然、13Bと82Aも同極性となる）ことにより、コネクタの正しい接続方向を確保することができる。

【0177】なお、移動ロボット1-6と充電ステーション80-6との間の連結状態を保つために配設すべき電磁石の個数は特に限定されない。例えば1個だけでもよいし、3個以上であってもよい。

【0178】図24には、上記第6の実施形態の実形例を図解している。上記の例ではコネクタ13、82の周辺に電磁石を配設したが、この例では、コネクタの電極端子自体に電磁石機能を統合する構成とした。

【0179】充電を開始するときには、移動ロボット1-6側の正極端子13Aと充電ステーション80-6側の正極端子82AとがN-S（又はS-N）という磁性の組み合わせとなるように各電磁石の電流の向きを設定して、互いに引き寄せ合うような磁界を発生させる。同様に、移動ロボット1-6側の負極端子13Bと充電ステーション80-6側の負極端子82BとがS-N（又はN-S）という磁性の組み合わせとなるように各電磁石の電流の向きを設定して、互いに引き寄せ合うような磁界を発生させる。

【0180】このとき、移動ロボット1-6側の正極端子13Aと充電ステーション82-6側の負極端子82Bとが誤って接続しないように、これら両極を同一極性に設定する（同様に負極端子13Bと正極端子82Aとを同一極性に設定する）ことによって、コネクタの正しい接続方向を確保することができる。

【0181】次いで、充電が完了したときには、移動ロボット1-6側の正極端子13Aと充電ステーション80-6側の正極端子82Aとが同一極性となり、同様に、移動ロボット1-6側の負極端子13Bと充電ステーション80-6側の負極端子82Bとが同一極性となるように、各電磁石の電流の向きを切り換えて、互いの同電極端子同士が反発し合うような磁界を発生させる。この結果、移動ロボット1-6を充電ステーション80-6から強制的且つ迅速に切り離すことができる。

【0182】図25及び図26には、第7の実施形態に係る充電ステーション80-7の構成を図解している。

【0183】同図に示す充電ステーション80-7は、上述した第1の実施形態に係る充電ステーション80-1と同様、イヌ型の移動ロボット1用のベッドをモデルにした箱型の充電ステーションである。移動ロボット1側と電氣接続するためのコネクタ87がX-Y各軸方向に可動自在な駆動テーブル82-7C上に搭載されている点で、第1の実施形態とは異なる。

【0184】図26に示すように、アクチュエータ82-7Eを駆動することにより、駆動テーブル82-7Cはボールネジ82-7DによってX軸方向に進退する。同様に、アクチュエータ82-7Gを駆動することにより、駆動テーブル82-7Cはボールネジ82-7FによってY軸方向に進退する。

【0185】図25及び図26には図示しないが、充電ステーション80-7側のコネクタ82-7の近傍に、移動ロボット1側のコネクタ13を認識することができる色センサや赤外線センサを設けておいてもよい。これに対し、移動ロボット1側のコネクタ13の近傍に、充電ステーション80側から認識できるような色・模様パターンなどの識別データを表示したり、信号波を発信するようにしてもよい(あるいは、上記とは逆の組み合わせであってもよい)。

【0186】移動ロボット1が充電オペレーションのために接近し、コネクタ82-7から所定の距離又は範囲内に突入したときには、充電ステーション80-7は、自らコネクタ82-7をXY各軸方向に駆動させることで、移動ロボット1側のコネクタ13との接続位置を探知し、正確な位置決めを行うことができる。

【0187】この実施形態によれば、移動ロボット1側の位置決め機構は緩やかで済む。すなわち、移動ロボット1の仕様や精度を高くすることができる。その本体重量や製造コストを低減することができる。

【0188】さらに、コネクタの周辺若しくは、コネクタ端子自体を電磁石で構成してもよい。この場合、対応するコネクタ同士が引き合う磁界が発生するように各電磁石の電流方向を設定する。但し、移動ロボット1と充電ステーション80の双方に電磁石を配備する必要は必ずしもなく、一方のみを電磁石とし、他方を磁性部材で構成してもよい。

【0189】図27には、第8の実施形態に係る充電ステーション80-8の外観構成を示している。同図に示す充電ステーション80-8は、図7に示した第1の実施形態に係る充電ステーション80-1と同様、イヌのベッドをモデルにした構造体であり、上面に窪みを有するとともにその略中央部にコネクタ82-8を配設している。

【0190】この充電ステーション80-8は、Z軸回りに可動自在に構成されており、移動ロボット1が充分接近してきたときに充電ステーション80-8を駆動することにより、コネクタ間の接続位置に向かってスムーズに移動させることができる。

【0191】また、図28には、第8の実施形態の変形例に係る充電ステーション80-8'の外観構成を示している。同図に示す充電ステーション80-8'は、図14に示した第3の実施形態に係る充電ステーション80-3と同様、上面U字形状の構造体であり、U字の内壁は移動ロボット1を円滑に導き入れるようにテーパ状

に形設され、U字の最奥部からはコネクタ82-8を配設した舌状突起85-8が突設されている。

【0192】この充電ステーション80-8'は、XY各軸方向に可動自在に構成されており、移動ロボット1が充分接近してきたときに充電ステーション80-8'を駆動することにより、コネクタ間の接続位置に向かってスムーズに移動させることができる。

【0193】図29には、第9の実施形態に係る充電ステーション80-9の外観構成を図解している。同図に示す充電ステーション80-9は、図14に示した第3の実施形態に係る充電ステーション80-3と同様、上面U字形状の構造体であり、U字の内壁は移動ロボット1を円滑に導き入れるようにテーパ状に形設され、U字の最奥部からはコネクタ82-8を配設した舌状突起85-9が突設されている。

【0194】さらにU字の左右両側面には、U字内へ導入してきた移動ロボット1を、その両脇で把持することができる一対の把持部86が設けられている。この把持部86は、U字の奥行き方向に向かって移動可能なガイドレール上に搭載されており、把持した移動ロボット1を抱え込んで、さらに奥へと引き入れてコネクタ同士の電気接続位置まで自動的に導くことができる。

【0195】また、移動ロボット1を抱え込んだ状態を維持するすることにより、充電ステーション80-9を移動ロボット1のキャリング・ケースとして使用することもできる。例えば、移動ロボットと充電ステーションの組み合わせで製品販売するような場合には、充電ステーションが移動ロボットを抱え込んだ状態で梱包することにより収納スペースをセービングすることができる。また、充電ステーションのU字構造体の外壁により、移動ロボット1を搬送中の予期せぬ衝撃などから保護することができる。この結果、移動ロボット1の梱包が容易且つ簡素化する。

【0196】図30及び図31には、第10の実施形態に係る充電ステーション80-10の外観構成を図解している。上述した各実施形態とは相違し、移動ロボット1-10のコネクタ13-10は、胴体部ユニット2の底面すなわち腹面ではなく、その上面すなわち背中に配設されている。他方、充電ステーション80-10側のコネクタ82-10は、上昇及び下降が可能なアーム88の下端部に取り付けられている。充電ステーション80-10は、移動ロボット1-10を収容したことに応じて、アーム88が下降して、コネクタ13-10及び82-10が接合する。

【0197】図31には、コネクタ13-10と82-10が係合する機構を詳細に図解している。同図に示すように、コネクタ13-10側には、電気接続端子の他に、フック13-10A及び13-10Bが突設されている。これに対し、コネクタ82-10側では、電気的接続端子の他に、フック13-10A及び13-10B

を挿通させるための穴82-10A及び82-10Bが穿設され、さらに、他端縁にてアーム88に縫番で回転自在に軸支されている。

【0198】所定の位置関係でアーム88が降下して、穴82-10A及び82-10Bにフック13-10A及び13-10Bが貫挿される。さらに、アーム88が降下することにより、縫番が回転して、コネクタ13-10及び82-10の接合面同士が適正な位置にて密着する。

【0199】図32には、第10の実施形態の変形例に係るコネクタ13-10'及び82-10'の接続構造を図解している。コネクタ13-10'は、図12に示した第2の実施形態と同様、半球状突起の表面を輪切り状に区切られてなる複数の環状端子で構成される。一方のコネクタ82-10'は、コネクタ13-10'を受け可能なお椀状の構造体であり、所定位置でアーム88を降下させることによりコネクタ13-10'と係合する。

【0200】図33には、第11の実施形態に係る充電ステーション80-11の外観構成を示している。同図に示すように、充電ステーション80-11は、イヌ型の移動ロボット1に呼応して、イヌ小屋をモデルにした構造体であり、小屋内部に移動ロボット1を収容した状態でコネクタ接続するようになっている。この場合、移動ロボット1の充電オペレーションに対し、イヌがイヌ小屋に入るといったメタファを与えることができ、エンターテインメント性がより高まる。

【0201】図34には、第11の実施形態における、コネクタ接続形態の一例を図解している。同図に示すようにイヌ小屋80-11の内部には、進入方向の前壁面上部と後壁面上部の各々の場所にコネクタ82-11A及び82-11Bが配設されている。また、移動ロボット1-11の尻尾4の先端部にコネクタ13-11が配設されており、移動ロボット1-11を所定位置に立たせて尻尾関節8を駆動することによって後部のコネクタ82-11Bに押し当てることができる。

【0202】また、図35には、第11の実施形態における、コネクタ接続形態の他の例を図解している。この例では、イヌ小屋80-11内で移動ロボット1-11を図34とは前後反対向きで所定位置に立たせるとともに、尻尾関節8を駆動することによって前部のコネクタ82-11Aに押し当てることができる。

【0203】図34及び図35に示すように尻尾4の先端を電極として用いる場合であって、該電極が正極又は負極の単一極しか持たない場合には、他方の電極をさらに設ける必要がある。例えば図17に示すように足裏に電極を設けておけば、イヌ小屋80-11の床面上の所定場所を踏むという自然な動作によって電気接続が果たされる。

【0204】また、尻尾4は細長い棒状構造体であり、

その剛性などを考慮すると先端部分をコネクタ13-11に接合するような位置決め制御は困難である。したがって、図34及び図35に示すように尻尾4の先端を電極として用いる場合には、図24を参照して説明したように、コネクタ間を電磁石の磁界によって引きつけるように構成すればよい。

【0205】図36には、尻尾4の先端に配設されたコネクタ13-11の構成例を図解している。同図に示す例では、該選択部分は二股構造であり、各枝をそれぞれ正極及び負極に割り当てることによって、他の電気接点を要せず、尻尾4の操作だけで電極接続及び充電を行うことができる。

【0206】なお、尻尾4の先端で1接点（すなわち単一の極）とした場合には、他の接点を用意する必要がある。この場合、図示しないが、イヌ小屋80-11内の床面に接点を配設し、移動ロボット1-11の足の裏に対向接点を設ける（図17及び図18を参照のこと）ことにより、床に立つという自然な動作で電極接続及び充電を行うことができる。

【0207】図37には、第11の実施形態の変形例に係る充電ステーション80-11'の小屋内部の構成を示している。同図に示すように、充電ステーション80-11'側のコネクタ82-11'は、イヌの頭の前部である「鼻」をモデルにした外観形状を有し、一方の移動ロボット1-11'は、口若しくは口内に植設された歯牙を端子とするコネクタ13-11'を有する。この場合、充電オペレーションに対し、歯を与えるというメタファを付与することができ、エンターテインメント性をさらに高めることができる。

【0208】また、図39には、第12の実施形態に係る充電ステーション80-12および移動ロボット1-12が電気接続した様子を示している。同図に示す例では、作業空間の所定の床面に正極及び負極が埋設されている。これに対し、移動ロボット1-12の上半身側の底面に正極（又は負極）が、同下半身側の底面に負極（又は正極）がそれぞれ配設されている。したがって、図39に示すように、充電オペレーションに対してしゃがみ込んで「寛ぐ」（すなわち疲れを癒す）というメタファを与えることができ、エンターテインメント性が高まる。

【0209】《注釈》

*時系列モデル：移動ロボットなどの機械装置の動作パターンを時系列モデルに従って生成する点や、外部からの刺激などを学習して時系列モデルを更新する点は、例えば、本出願人に既に譲渡されている特開平11-2150号明細書（「機械装置及びその駆動方法」）に開示されている。また、本出願人に既に譲渡されている特開平11-129275号明細書には、動作に起因する感情本能モデルを有するとともに、入力情報に基づいて感情本能モデルを変化させることができる「ロボット装

値」について開示されている。また、本出願人に既に譲渡されている特願平11-129279号明細書には、感情モデル、本能モデル、学習モデル、及び成長モデルなどの各種動作モデルに基づいて行動を生成する「ロボット装置」について開示されている。

【0210】**サイバーコード：サイバーコードとは、2次元バーコードの一種であり、図38に示すように、サイバーコードの所在を表すためのガイド・バー表示領域と、2次元状のコード・パターンを表示するコード・パターン表示領域とで構成される。コード・パターン表示領域内は、 $n \times m$ マトリックス（同図では 7×7 ）に配列されたセルで構成され、各セルを白又は黒の2値表現することで識別情報を付与することができる。但し、コード・パターン表示領域の4隅のセルは、識別情報としてではなく位置合わせ（registration）パターンとして常に黒パターンとなっている。サイバーコードの認識手順は、撮像画像中からガイド・バーを発見するステップと、位置合わせパターンを用いてサイバーコードを位置合わせするステップと、コード・パターンを認識して識別情報を導出するステップに大別される。サイバーコードの詳細については、例えば、本出願人に既に譲渡されている特願平10-184350号明細書（「画像処理装置および方法、並びに提供媒体」）に開示されている。

【0211】[追加] 以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参照すべきである。

【0212】

【発明の効果】 以上詳記したように、本発明によれば、充電式バッテリーによって自律駆動する移動ロボットのための、優れた充電メカニズムを提供することができる。

【0213】 また、本発明によれば、バッテリー駆動により作業空間を無経路で自由に移動することができる移動ロボットのための、優れた充電メカニズムを提供することができる。

【0214】 また、本発明によれば、バッテリー駆動により作業空間を無経路で自在に移動する移動ロボットに対して充電ステーションによって充電を行うことができる、優れた充電メカニズムを提供することができる。

【0215】 また、本発明によれば、充電オペレーションのために充電ステーションに立ち寄る移動ロボットを正確且つ確実に電気接続することができる、優れた充電メカニズムを提供することができる。

行う移動ロボット1の外観構成を示した図である。

【図2】 移動ロボット1の電気・制御系統の構成図を模式的に示した図である。

【図3】 制御部20の構成をさらに詳細に示した図である。

【図4】 本発明の実施に供される充電ステーション80と移動ロボット1を含んだ作業空間の構成を模式的に表した機能ブロック図である。

【図5】 本発明の実施に供される充電ステーション80と移動ロボット1と外部発信機90を含んだ作業空間の構成を模式的に表した図である。

【図6】 本実施例に係る移動ロボット1が行う充電オペレーションの処理手順を示したフローチャートである。

【図7】 第1の実施形態に係る充電ステーション80-1の外観構成を示した図であり、より具体的には、充電ステーション80の上面図である。

【図8】 第1の実施形態に係る充電ステーション80-1の外観構成を示した図であり、より具体的には、充電ステーション80の断面図である。

【図9】 第1の実施形態に係る充電ステーション80-1の外観構成を示した図であり、より具体的には、充電ステーション80-1の斜視図である。

【図10】 第2の実施形態に係る充電ステーション80-2の外観構成を示した図であり、より具体的には、充電ステーション80-2の斜視図である。

【図11】 第2の実施形態に係る充電ステーション80-2の外観構成を示した図であり、より具体的には、充電ステーション80-2の断面図である。

【図12】 第2の実施形態に係る充電ステーション80-2における電気的接続部82-2の拡大斜視図である。

【図13】 第3の実施形態に係る移動ロボット1-3及び充電ステーション80-3の外観構成を示した図である。

【図14】 第3の実施形態に係る充電ステーション80-3における電気的接続部の構成例を図解している。

【図15】 充電ステーション80-3の電気的接続部分のみを抜き出して拡大斜視した図である。

【図16】 移動ロボット1-3が充電ステーション80-3に収容されている様子を上面から眺望した図である。

【図17】 第4の実施形態に係る電気的接続のメカニズムを示した図であり、より具体的には、接続端子を先端に配備した脚部ユニット6の側面図である。

【図18】 第4の実施形態に係る電気的接続のメカニズムを示した図であり、より具体的には、接続端子を先端に配備した脚部ユニット6の底面図である。

【図19】 第5の実施形態に係る電気的接続のメカニズムを示した図である。

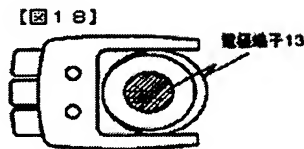
【図20】 第5の実施形態に係る電気的接続のメカニズムを示した図である。

【図面の簡単な説明】

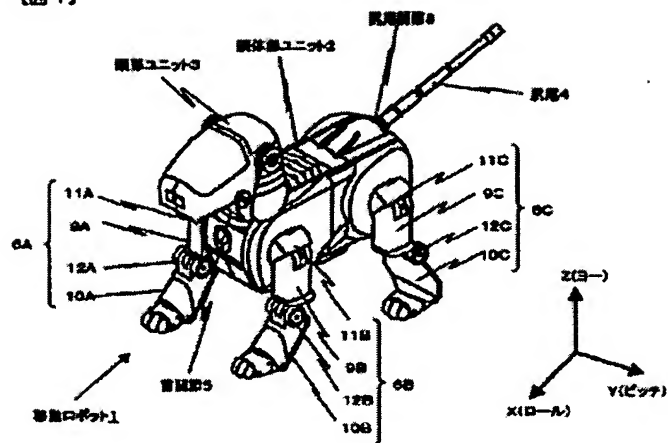
【図1】 本発明を実施に供される四肢による脚式歩行を

【図21】第6の実施形態に係る移動ロボット1-6を側面から眺めた図である。
 【図22】第6の実施形態に係る移動ロボット1-6を底面から眺めた図である。
 【図23】第6の実施形態に係る充電ステーション80-6の側面透視図である。
 【図24】第6の実施形態の実形例を示した図である。
 【図25】第7の実施形態に係る充電ステーション80-7の構成を示した図である。
 【図26】第7の実施形態に係る充電ステーション80-7の構成を示した図である。
 【図27】第8の実施形態に係る充電ステーション80-7の外観構成を示した図である。
 【図28】第8の実施形態の実形例に係る充電ステーション80-8'の外観構成を示した図である。
 【図29】第9の実施形態に係る充電ステーション80-9の外観構成を示した図である。
 【図30】第10の実施形態に係る充電ステーション80-10の外観構成を示した図である。
 【図31】第10の実施形態に係る充電ステーション80-10の外観構成を示した図であり、より具体的にはコネクタ同士を係合させる機構を分解したものである。
 【図32】第10の実施形態の実形例に係るコネクタの接続構造を示した図である。
 【図33】第11の実施形態に係る充電ステーション80-11の外観構成を示した図である。
 【図34】第11の実施形態における、コネクタ接続形態の一例を示した図である。
 【図35】第11の実施形態における、コネクタ接続形態の他の例を示した図である。
 【図36】尻尾4の先端に配設されたコネクタ13-11の構成例を示した図である。
 【図37】第11の実施形態の実形例に係る充電ステーション80-11'を構成するイヌ小屋内部の構成を示した図である。
 【図38】サイバーコードの構造を模式的に示した図である。
 【図39】第12の実施形態に係る充電ステーション80-12および移動ロボット1-12が電気接続した様子を示した図である。
 【符号の説明】

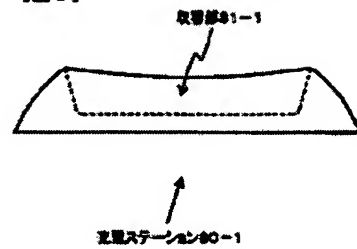
1…移動ロボット
 2…胴体部ユニット
 3…頭部ユニット
 4…尻尾
 5A~5D…胴体ユニット
 7…首関節
 8…尻尾関節
 9A~9D…大腿部ユニット
 10A~10D…膝部ユニット
 11A~11D…股関節
 12A~12D…踵関節
 15…CCDカメラ
 16…マイクロフォン
 17…スピーカ
 18…タッチセンサ
 20…制御部
 21…CPU
 22…RAM
 23…ROM
 24…不揮発メモリ
 25…インターフェース
 26…ネットワーク・インターフェース・カード
 27…バス
 28…受信機
 40…入出力部
 50…駆動部
 51…モータ
 52…エンコーダ
 53…ドライバ
 60…電源部
 61…バッテリー
 62…充放電制御部
 80…充電ステーション
 81…制御部
 82…表示部
 83…発信機
 84…接近・接触検知部
 85…インターフェース
 86…拾電制御部
 87…インターフェース



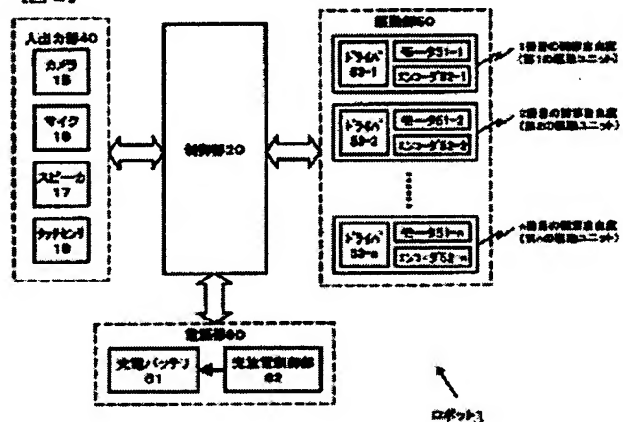
【図 1】



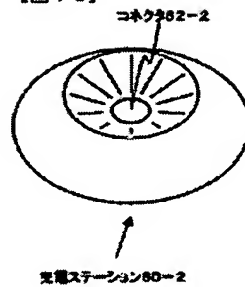
【図 8】



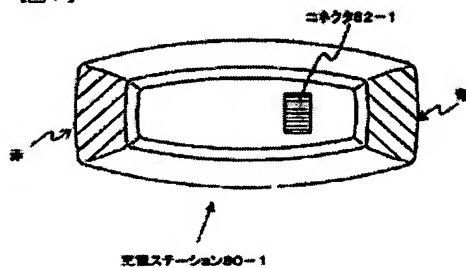
【図 2】



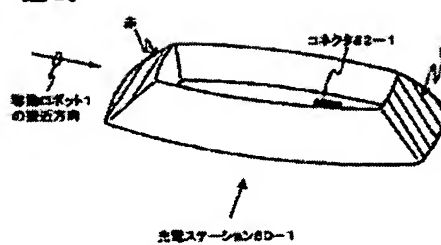
【図 10】



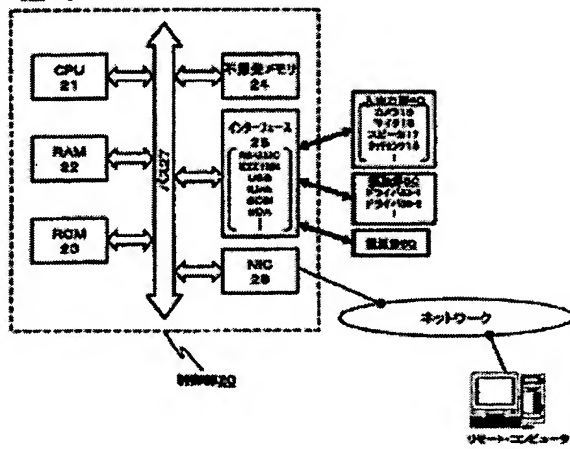
【図 7】



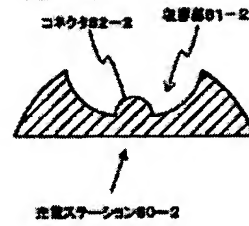
【図 9】



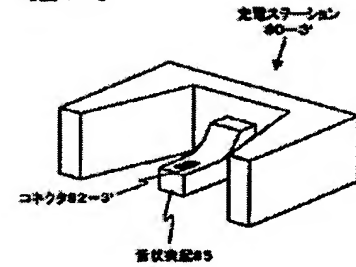
【図 3】



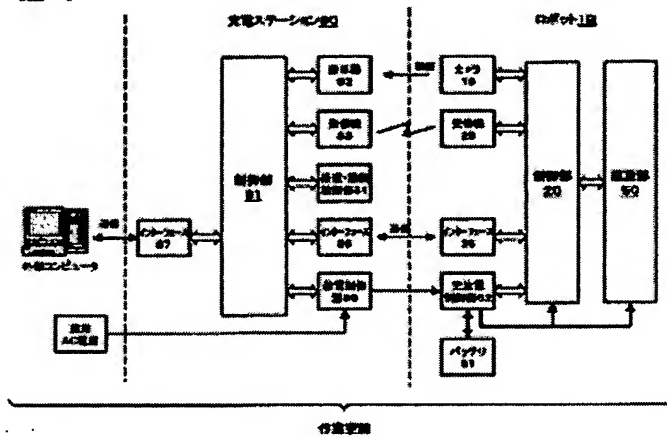
【図 11】



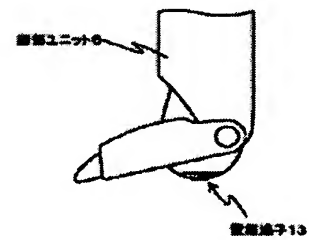
【図 14】



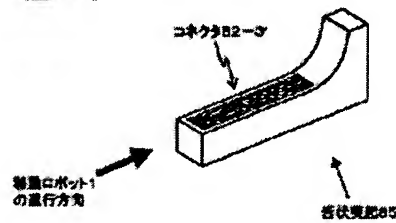
【図 4】



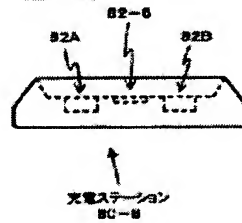
【図 17】



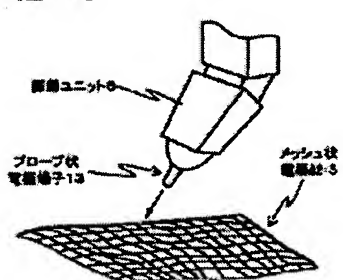
【図 15】



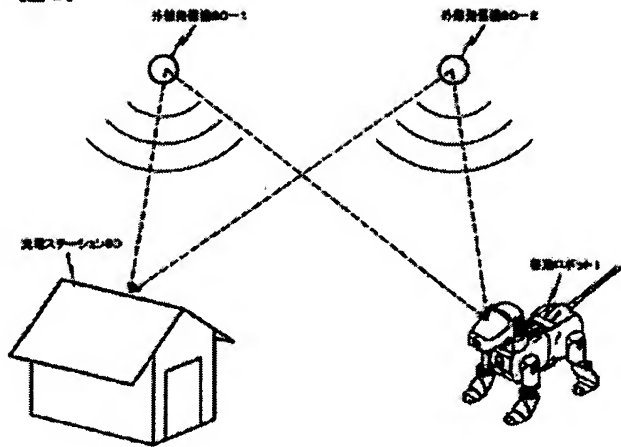
【図 23】



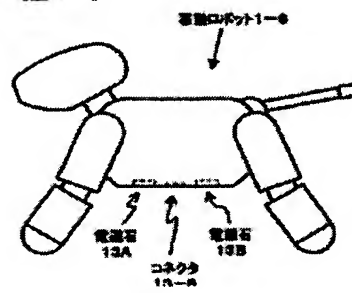
【図 19】



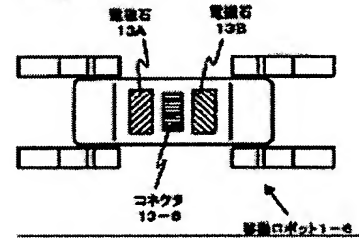
【図 5】



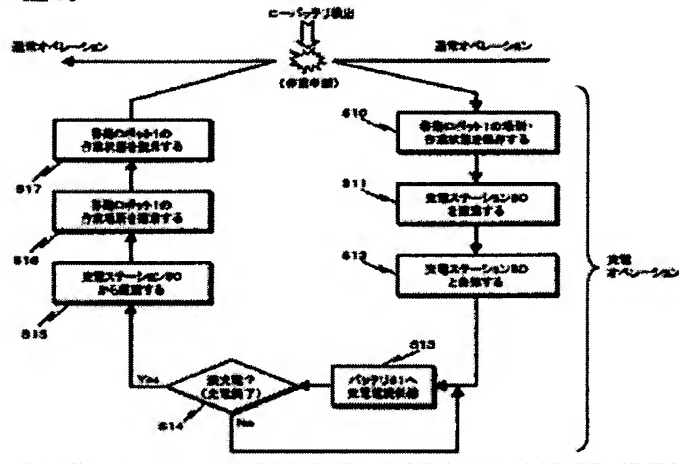
【図 21】



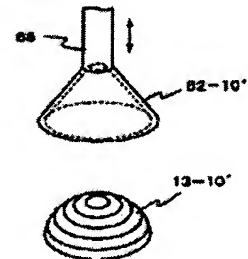
【図 22】



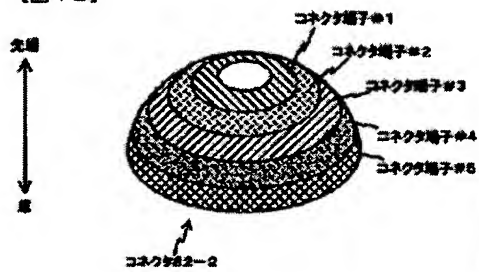
【図 6】



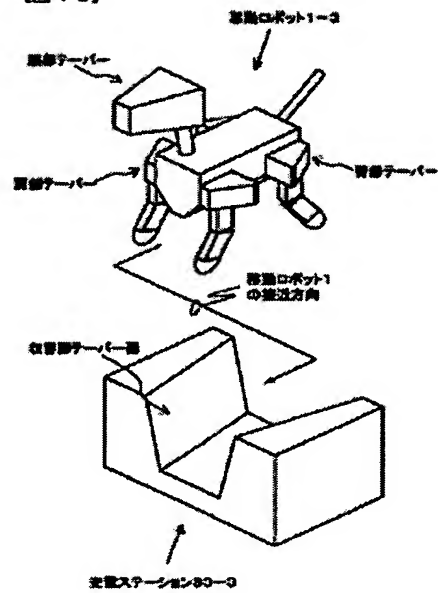
【図 32】



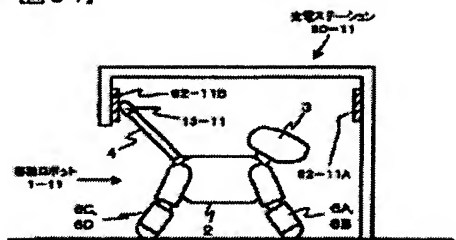
【図12】



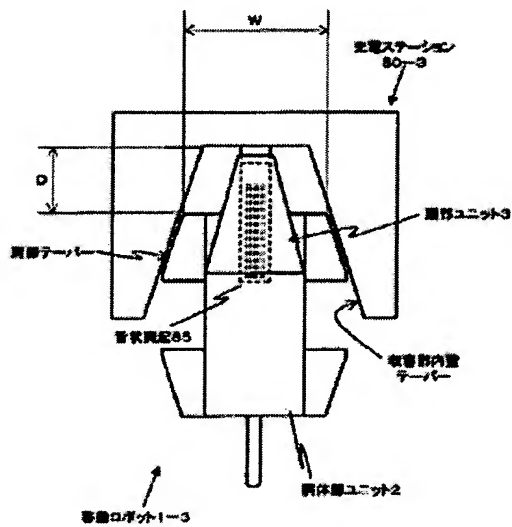
【図13】



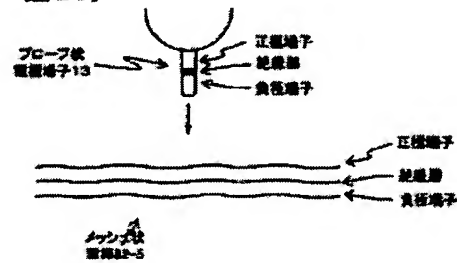
【図14】



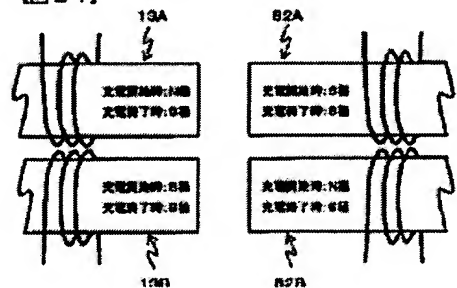
【図15】



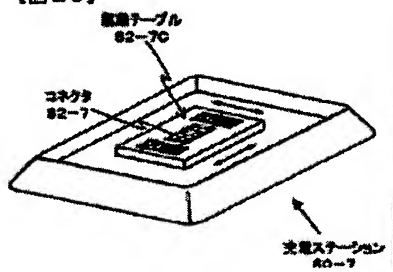
【図20】



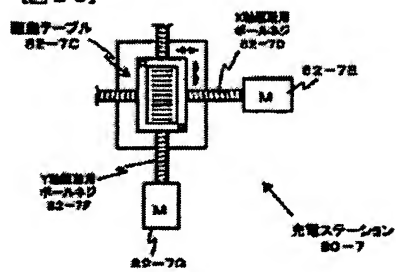
【図24】



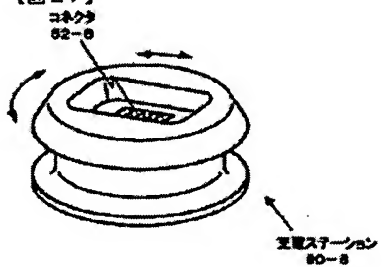
【圖 25】



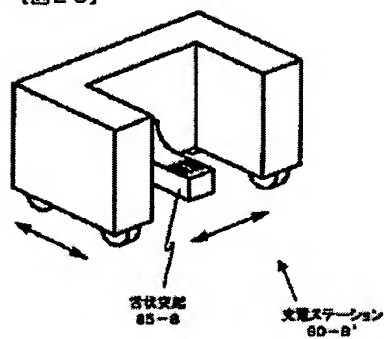
【图 2 6】



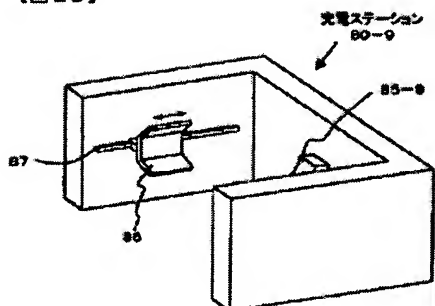
【圖27】



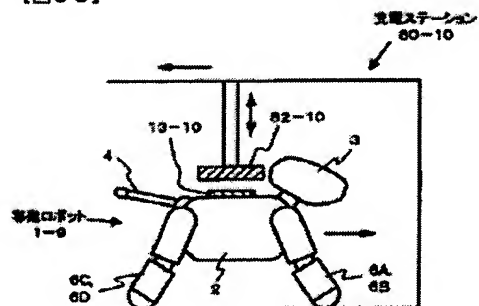
【图 28】



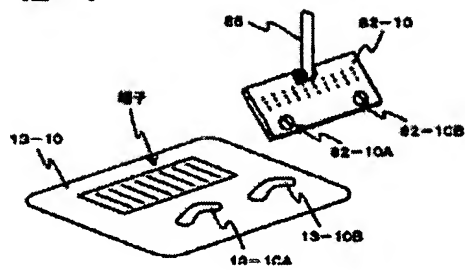
【图29】



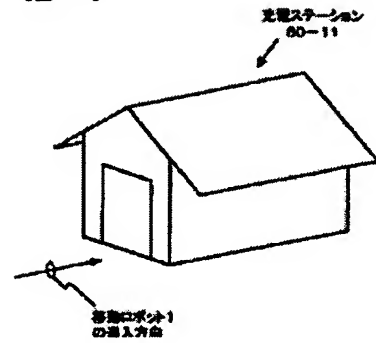
【圖30】



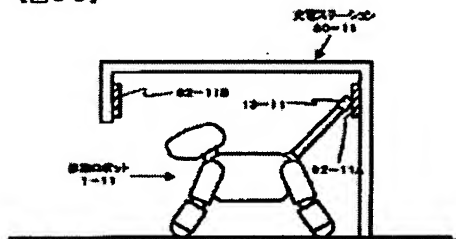
【図31】



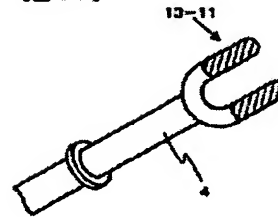
【図33】



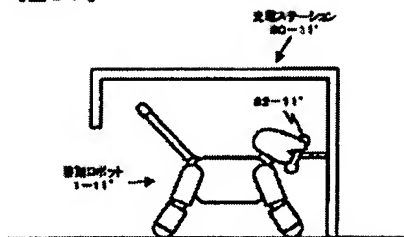
【図35】



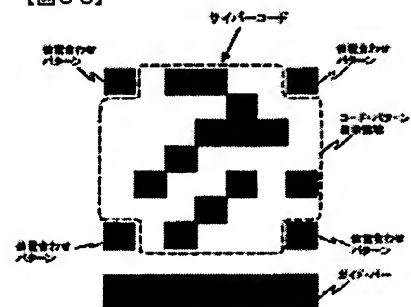
【図36】



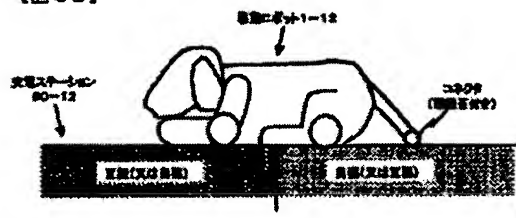
【図37】



【図38】



【図 39】



フロントページの続き

Fターム (参考) 3F059 AA00 BB06 DB09 DC01 DC08
 DD01 DD08 DD18 FA03 FB11
 3F060 AA00 CA14 HA02
 5H301 AA02 AA10 BB15 CC06 DD07
 DD16 DD17 DD18 FF06 FF08
 FF11 FF21 FF26 FF27 GG03
 QQ04

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

V. ☒ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE:

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☒ Claim numbers 1-18, because they relate to subject matter ¹² not required to be searched by this Authority, namely:

Computer programs to the extent that the International Searching Authority is not equipped to search prior art concerning such programs.
(PCT Rule 39)

2. ☐ Claim numbers _____, because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out ¹³, specifically:

3. ☐ Claim numbers _____, because they are dependent claims not drafted in accordance with the second and third sentences of PCT Rule 6.4(a).

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING:

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.
2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:
3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:
4. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.